

Aki Rehmonen

Digipainamisen sovellukset pakkausten valmistuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

7.5.2013

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Aki Rehmonen Digipainamisen sovellukset pakkausten valmistuksessa 43 sivua + 1 liite 7.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	graafinen tekniikka
Ohjaaja	yliopettaja Pentti Viluksela
<p>Insinööriytyön tarkoituksena oli kartoittaa Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorioon mahdollisimman sopiva laitekokonaisuus, jotta pakkauksia voitaisiin valmistaa käyttäen digitaalisia painotekniikoita. Pääpaino oli oikeanlaisen muotoleikkurin valinnalla. Insinööriytyössä selvitettiin myös pakkausten painotekniikoita, erikoispakkauksia ja pakkauksen valmistuksessa käytettäviä laitteita.</p> <p>Erityisesti työssä tuli ottaa huomioon ammattikorkeakoulun opetukselliset lähtökohdat. Työnkulussa opiskelijan tulisi voida osallistua koko pakkauksenvalmistusprosessiin: suunnitteluun, painamiseen ja jälkikäsittelyyn. Myös laitteiston tilantarve tuli ottaa huomioon. Työtä aloitettaessa oli määritetty, että pakkaukset tulitaisiin painamaan laboratorion digipainokoneella. Painolaboratoriossa jo olemassa olevia laitteita tuli muutenkin hyödyntää parhaan mukaan.</p> <p>Selvityksen tuloksena todettiin, että leikkaava pöytä on paras jälkikäsittelyratkaisu ammattikorkeakoulun tarpeisiin. Myös pakkaussuunnitteluohjelmiston hankintaa suositeltiin. Muiden jälkikäsittelylaitteiden tarvetta pohdittiin, mutta niiden hankintaa ei nähty vielä ajankohtaiseksi.</p> <p>Selvityksen aikana oltiin yhteydessä kolmeen eri laitemyyjään ja pyydettiin neljästä eri leikkaavasta pöydästä tarjoukset. Tämän jälkeen pöytien ominaisuuksia vertailtiin. Vertailussa ei tullut ilmi suuria eroja pöytien kesken. Todettiin, että leikkuria hankittaessa ratkaisevaa on tutkia silmämääräistä laatua ja tuotantonopeutta sekä kysellä käyttäjäkokemuksia. Viimekädessä laitteiston hankintaan vaikuttaa kuitenkin hinta.</p>	
Avainsanat	digipainaminen, pakkaukset, muotoonleikkaus

Author Title	Aki Rehmonen Digital printing applications in the manufacture of packaging
Number of Pages Date	43 pages + 1 appendice 7 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Graphic Technology
Instructor	Pentti Viluksela, Principal Lecturer
<p>The aim of this thesis was to examine an appropriate set of equipment to Metropolia University of Applied Sciences' printing laboratory, so that packages can be produced by using digital printing techniques. The main focus was to choose the best possible shape cutter. The printing techniques of packages, special packages and devices used on producing packages were also studied on this project.</p> <p>Especially educational principles of the University of Applied Sciences will be considered in the thesis. The student should be able to participate in the whole packaging manufacture process in the workflow: designing, printing and post-press processing. Also the space requirements of hardware should be taken into account. When the project started, it was clear that the packages will be printed with the laboratory's digital printing machine. The existing devices of the printing laboratory should be also taken advantage of.</p> <p>The report concluded that the cutting table is the best post-processing solution for the needs of Metropolia. Also, it was recommended to invest in packaging design software. The need of additional post-press devices was considered, but their acquisition is not seen as critical at the moment.</p> <p>During the research three different device vendors were contacted and four different offers about the cutting table were asked for. After that the features of the cutting tables were compared. The comparison did not reveal any significant differences between the tables. It was found that the crucial thing is to study the visual quality and production speed and ask user experiences when buying a shape cutter. Ultimately, the price of the device is the most important thing that affects the buying decision.</p>	
Keywords	digital printing, packages, die cutting

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorio ja sen laitteisto	2
3	Pakkausten painamisen erilaiset painotekniikat	4
4	Stanssilaitteet ja muut jälkikäsittelylaitteet	12
4.1	Stanssilaitteet	12
4.2	Muut jälkikäsittelylaitteet	19
5	Erikoispakkaukset	22
5.1	Elintarvikepakkaukset	22
5.2	Lääkepakkaukset	22
5.3	Älypakkaukset	24
6	Sopivin laitteisto Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorioon	30
6.1	Pakkaussuunnitteluohjelmisto	30
6.2	Painokone	31
6.3	Muotoleikkuri	32
6.4	Muu jälkikäsittelylaitteisto	36
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorion pohjapiirros	

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on selvittää digitaalisen painamisen soveltuvuutta pakkausten valmistuksessa. Työn tavoitteena on kartoittaa digitaalisessa pakkauspainamisessa tarvittavat lisälaitteet ja tutkia erikoispakkausten mahdollista valmistamista digitaalisilla painotekniikoilla. Työ mallinnetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun Leppävaaran yksikön painolaboratorioon sopivaksi, ja siinä pyritään hyödyntämään laboratoriossa jo olemassa olevia laitteita, jotta pakkausten valmistus pysyisi mahdollisimman kustannustehokkaana.

Metropolian painolaboratoriossa on digitaalinen Ricoh Pro C751 -painokone, jolla pakkaukset olisi tarkoitus painaa. Painokoneella pystyy painamaan pääasiassa paperia ja kartonkia. Tämä tulee ottaa huomioon tutkittaessa eri jälkikäsittelyratkaisuja. Etenkin pakkauksen muotoonleikkaus, stanssaus, tarjoaa monia laitevaihtoehtoja halutusta tuotantonopeudesta ja -määrästä riippuen. Insinööriyön pääpaino keskittyykin juuri oikeanlaisen stanssilaitteen valitsemiseen tähän ympäristöön. Muita pakkausten valmistuksessa käytettäviä jälkikäsittelyyn kuuluvia laitteita, kuten nuuttaus-, liimaus- ja lakkauskoneita, tutkitaan ja yritetään löytää sopivin tuotantoprosessikokonaisuus digipainoympäristöön.

Painolaboratorio on ensisijaisesti ammattikorkeakoulun käytössä, joten työssä tulee huomioida myös laitteiston sopivuus pakkausten valmistuksen opetukseen.

2 Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorio ja sen laitteisto

Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorio sijaitsee Espoon Leppävaarassa. Siellä opetetaan tulevia mediatekniikan insinöörejä työskentelemään painoympäristössä. Laboratoriossa harjoitellaan painon esikäsittelyä, digitaalista painamista ja jälkikäsittelyä. Se on ensisijaisesti tarkoitettu opetuskäyttöön, mutta painolla on myös pientä kaupallista toimintaa.

Painon laitteilla on mahdollista tehdä monenlaisia painotuotteita, kuten julisteita, esitteitä, kortteja, kirjoja ja lehtiä. Graafisen tekniikan opetusohjelmassa on jo pitkään ollut myös pakkaustekniikan kurssi, mutta pakkausten valmistusta ei ole pystytty opettamaan käytännössä, koska tarvittava laitteisto vielä puuttuu.

Painossa on yksi elektrofotografiseen tekniikkaan perustuva digitaalinen painokone, Ricoh Pro C751 (kuvio 1), jota on tarkoitus hyödyntää pakkausten painamisessa. Lisäksi painossa on offsetpainokone Roland 200, pietsosähköiseen mustesuihkutekniikkaan perustuva 64-tuumainen suurkuvatulostin Epson Stylus Pro GS6000, 17-tuumainen mustesuihkutulostin Epson Stylus Pro 4900 ja 44-tuumainen lämpöenergiiseen mustesuihkutekniikkaan perustuva HP Designjet Z2100 Photo.



Kuvio 1. Digitaalinen Ricoh Pro 751 -painokone Metropolian painolaboratoriossa.

Mustesuihkutulostimien tulostusnopeus ei ole lähellekään Ricohin luokkaa, mutta niillä voidaan painaa suurempaa väripintaa kuin Ricohilla. Tällöin pystytään tekemään suuriakin pakkauksia, tai arkille voidaan sijoittaa monta pientä pakkausaihiota. Varsinkin Epsonin suurkuvatulostin sopii hyvin pakkauspainamiseen. Siinä on laaja värintoisto (perusvärien lisäksi vihreä ja oranssi), ja sen UltraCrome GS -musteet ovat UV-säteilyn ja veden kestäviä. Myös materiaalin enimmäispaksuus (1,5 mm) on riittävä. (1.)

Painon jälkikäsittelyssä on paperileikkuri, taittokone, vihkostiftari ja liimasidontalaite sekä monia pienikokoisia käsikäyttöisiä laitteita. Näkisin, että painon tämänhetkisistä jälkikäsittelylaitteista ainoastaan Morganan Digifold-erikoislaitetta voisi käyttää hyväksi pakkausten valmistuksessa. Se nuuttaa, taittaa ja perforoi painoarkin. Tosin näistä toiminnoista ei ole hyötyä ilman muotoleikkuria, ja lähes kaikki muotoleikkurit sisältävät nuuttaustyökalun.

Muotoleikkurin hankinta on tärkeää, mikäli halutaan tehdä edes alkeellisimpia pakkauksia. Lisäksi voidaan hankkia pakkauksen ulkoasua kohentavia laitteita, jos halutaan tehdä näyttäviä pakkauksia. Pakkausten koristelemisen folioimalla tai preeglauksilla on yleistä varsinkin arvokkaimmissa tuotteissa, mutta jo pelkkä lakkaus tuo pakkaukseen näyttävyyttä. Joskus pakattavan tuotteen muoto tai paino estää pakkausta pysymästä koossa omin avuin. Tällöin tarvitaan pakkauksen saumoja tukevaa liimausta. Liimauksen voi toki tehdä myös käsin, mutta suuripainoksisissa töissä se on hidasta ja kallista.

Painolaboratorion tuotantotila ei ole suuri, toimistot ja varastot mukaan lukien vain noin 300 neliometriä. Tilan puute tulee ottaa huomioon laitteistoa hankittaessa. Tällä hetkellä painossa ei ole yhtään ylimääräistä tyhjää tilaa, mihin mahdolliset uudet laitteet voisi sijoittaa. Tämän vuoksi jostain vanhasta tulisi luopua.

Lähtökohtaisesti kaikki digipainokoneet ja painon jälkikäsittelylaitteet ovat jatkuvassa käytössä, eikä niistä haluta luopua. Myös tietokoneet ja toimistotilat ovat tarpeellisia, joten niistä ei pystytä vapauttamaan lisäneliömetrejä. Lisäksi tilassa on monia tutkimus- ja mittauslaitteita, mutta ne ovat kooltaan pieniä ja sijoitettuna seinien viereen hyllyjen päälle, joten ne eivät vie ratkaisevan paljon tilaa.

Painon perällä on iso pöytä, ja sen ympärillä sohvaryhmä, jonka ääressä käydään neuvotteluja tai tehdään ryhmätöitä. Tämä nurkkaus voitaisiin siirtää johonkin muuhun tilaan, jolloin pakkausten tekoon tarvittaville laitteille vapautuisi tarvittava alue. Toinen

vaihtoehto olisi poistaa tilasta offset-painokone, jolloin painosta tulisi nimensä mukaisesti digipaino. Muotoleikkuri vie enimmilläänkin alle kymmenen neliömetriä tilaa, joten vain toinen, sohvaryhmä tai painokone, tarvitsisi poistaa sen tieltä.

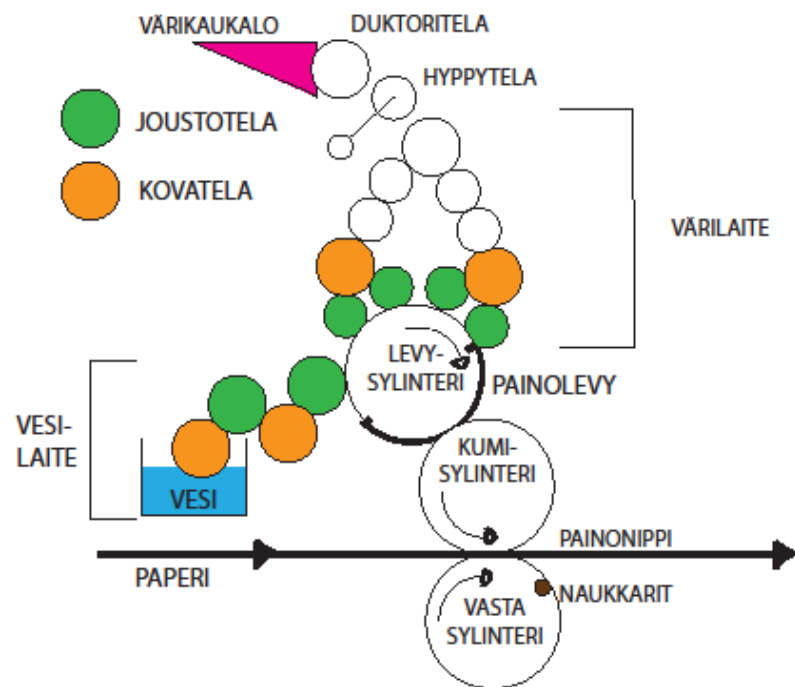
3 Pakkausten painamisen erilaiset painotekniikat

Pakkauksen pääasiallinen tehtävä on suojata tuotetta matkalla valmistajalta käyttäjälle. Se toimii useissa tapauksissa myös houkuttavana myyntityöstäjänä tai informaationantajana. Pakkausten materiaalit riippuvat pääasiassa pakattavasta tuotteesta ja sen käyttötarkoituksesta. Myös varastointi ja kuljetuskestävyys vaikuttavat pakkauksen materiaalivalintaan. Pakkauksia on hyvin paljon erilaisia. Pakkaus voi olla puuta, metallia, lasia, aaltopahvia, muovia, paperia tai vaikkapa kaikkea näitä yhdessä. Pakkaus voi olla myös muodoltaan lähes millainen tahansa. Yhteistä niille kuitenkin on painettu ulkopinta.

Pakkausten monet materiaalit tuovat haasteita painamiseen, ja siihen onkin käytetty monia tekniikoita. Perinteisesti yleisimmät tekniikat ovat olleet offset-, flekso-, syvä- ja seripainaminen (2). Myös digitaalista painamista on kokeiltu pakkausten valmistuksessa. Sopivimman tekniikan määrittävät kustannustehokkuus ja materiaalivaatimukset.

Offset

Offset on pakkauspainamisessa flekson ohella yleisimmin käytetty painotekniikka. Offsetissa (kuvio 2) öljypohjainen painoväri tarttuu painolevyn painaville pinnoille. Kustutusveden ansiosta väriä ei pääse siirtymään ei-painavalle pinnalle. Painolevyltä väri siirtyy kumisylinterille ja siitä painettavalle pinnalle. (3.)

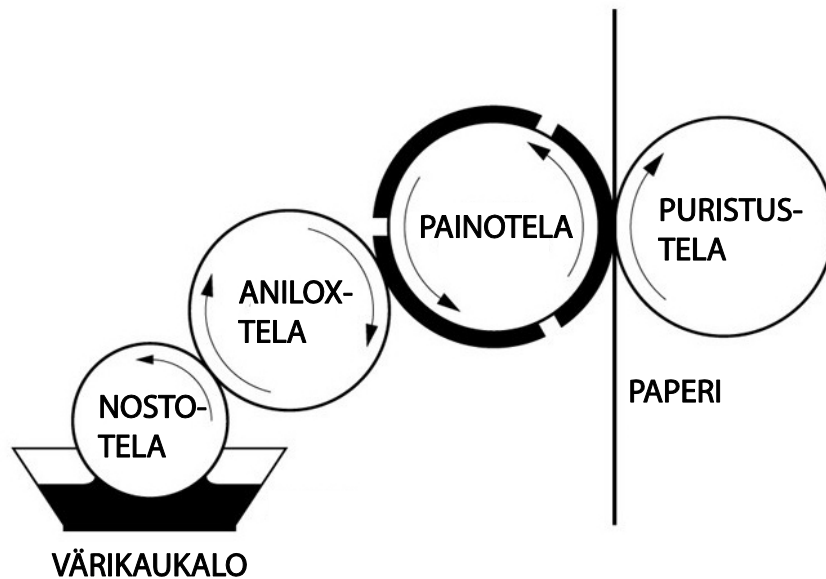


Kuvio 2. Offsetpainomenetelmän periaate (muokattu lähteestä 4).

Offsetin painojälki on usein hyvä, ja siten painettaessa voidaankin käyttää korkeaa rasteritiheyttä. Menetelmä mahdollistaa pienet ja suuret painosmäärät kustannustehokkaasti. Painolevyt ovat halpoja, ja ne kestävät kohtuullisen suuriakin painoksia. Kuntoonlaittoajat ovat nykyisin nopeita, mutta väri-vesitasapainon saavuttamiseen kuluu aikaa, minkä takia makulatuurin määrä on runsas. Offsetmenetelmää käytetään usein kartonkipakkausten painamisessa. Puun, lasin tai vahvojen aaltopahvien painamiseen se soveltuu heikosti. (3.)

Fleksopaino

Fleksopaino (kuvio 3) on pakkauspainamisessa nopeimmin yleistynyt painomenetelmä. Siinä painoaihe on kohokuviona joustavalla painolevyllä. Anilox-tela siirtää painoväriä painolevyn kohopinnalle ja siitä painonipissä olevalle paperille. Joustava painolevy mahdollistaa painamisen karheapintaisille materiaaleille.



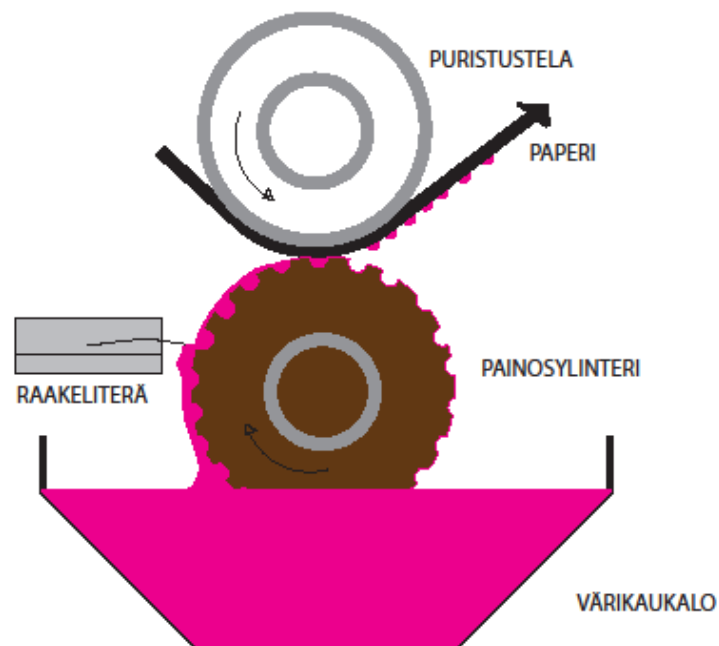
Kuvio 3. Flexopainomenetelmän periaate (muokattu lähteestä 5).

Juuri monipuolisuutensa vuoksi flexopainotekniikka on yleisimpiä pakkauspainomenetelmiä. Sillä voidaan paperin, kartongin ja pahvin lisäksi painaa muoville, kalvoille, laminaatteihin ja erilaisiin joustopakkauksiin. Pakkauksia painavat flexopainokoneet ovat yleensä rotaatiokoneita, jotka tekevät painopintaa vain toiselle puolelle rataa, mutta esimerkiksi aaltopahvia painettaessa käytetään myös arkkisyöttöisiä koneita. Pakkauksissa käytetään usein nelivärisarjan lisäksi koristeellisia erikoisvärejä tai läpikuultavalle ja metalliselle pinnalle peittoväriä, joten flexopainokoneessa voi olla useita painoyksiköitä. Vaikka flexopainolaite on yksinkertainen, sen suurimmat haasteet ovat sävyntoiston tasaisuudessa. Karkeat pinnat vaativat kompaktipinnoilla korkean nippipuristuksen, jotta väri siirtyisi tasaisesti painettavalle materiaalille. Vaaleiden sävykuvien puristuksen taas tulee olla huomattavasti heikompi, ettei pisteenkasvua esiintyisi liikaa ja kuva menisi tukkoon. Mikäli nämä aiheet esiintyvät samalla painopellillä, tulee nippipuristus säätää tarkasti, niin ettei kumpikaan kuva kärsi liikaa. Jos tämä ei onnistu, painoaiheet pitää painaa eri painolaitteissa. (3.)

Syväpaino

Syväpainomenetelmällä (kuvio 4) on kustannustehokasta painaa suuria painoksia. Painosylinterin valmistus on kallista, mutta se kestää suuria painosmääriä. Painoaihe tehdään kuparipäällysteiseen sylinteriin kaivertamalla. Painettava aihe siirtyy sylinteriltä

pakkauksen pintaan, kun pakkausmateriaali kulkee rotaationa puristustelan ja painosylinterin välissä.

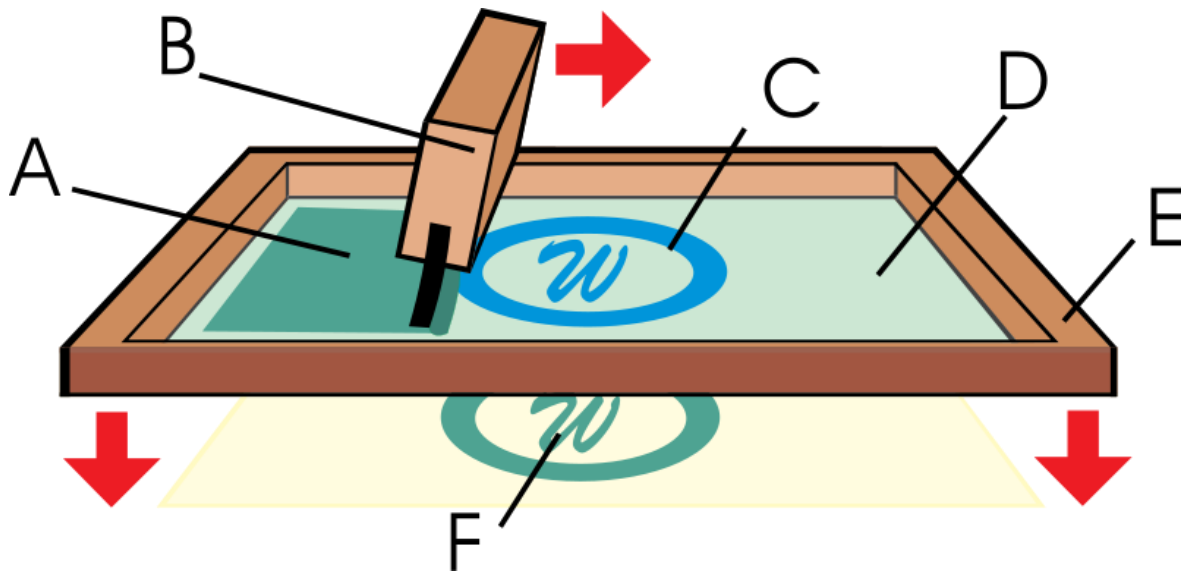


Kuvio 4. Syväpainomenetelmän periaate (muokattu lähteestä 6).

Syväpainotekniikalla voidaan painaa ainoastaan sileäpintaisille papereille, kartongeille ja muoveille. Sen värintoisto on hyvä, mutta värin kuivattaminen kutistaa paperia, minkä vuoksi voi esiintyä kohdistusongelmia. (3.)

Seripaino

Seri- eli silkipainatuksessa (kuvio 5) painoaiheen sisältävä painokaavio kiinnitetään painoväriä läpäisevään seulakankaaseen. Painoväri levitetään kankaan päälle ja puristetaan raakelin avulla seulan läpi painoalustalle. Painoväri ei siirry painokaavion kiinteiden osien läpi, jolloin kuva pääsee muodostumaan.



Kuvio 5. Seripainaminen: A. painoväri B. raakeli C. kuva D. seulakangas E. painokehys F. painettu pinta (7).

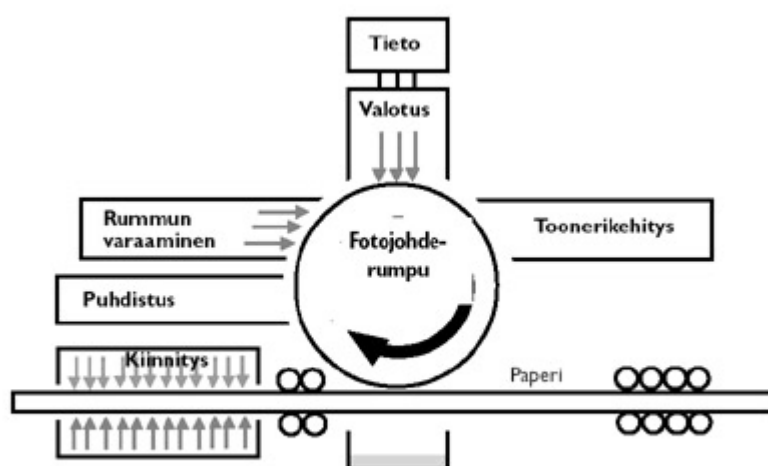
Seripainotekniikkaa on usein käytetty päällystettyihin etikettipapereihin ja kartonkeihin sekä tarralaminaatteihin, mutta seripainaminen soveltuu lähes minkä tahansa materiaalin painamiseen. (3.)

Digitaalinen painaminen

Yleisimmin käytetyt digitaaliset painomenetelmät ovat mustesuihku- eli inkjet-tekniikka ja elektrofotografia eli lasertulostus. Niissä painoaihe tulostetaan tietokoneelta painettavalle alustalle, joko suoraan tai kuvasylinterin välityksellä. Väriä siirtävä pinta ei ole koskaan kosketuksessa painoalustaan, vaan väri siirtyy pinnalle sähköstaattisten voimien vaikutuksesta. Täten painamisessa ei käytetä master-levyä, vaan latentti kuva muodostetaan aina uudestaan tulostimen muistiin. Digitaalinen painaminen tuotantoympäristössä on periaatteeltaan samanlaista kuin kotiolosuhteissa tulostaminen, ja sitä kutsutaankin usein tulostukseksi. (3.)

Elektrofotografia (kuvio 6) on pitkään ollut käytetyin digitaalinen painotekniikka laatunsa ja erityisesti nopeutensa ansiosta. Sen kuvan muodostus koostuu viidestä eri vaiheesta, jotka ovat valotus, kehitys, värin siirto, kiinnitys ja puhdistus. Ennen valotusvaihetta fotojohteella päällystetty rummun pinta varataan sähköisesti johtamalla koronalankaan voimakas sähkövirta. Näin ilman sähköjohtokyky kasvaa, ja varaukselliset ionit liikkuvat fotojohteen pinnalle tehden sille positiivisen varauksen. Pinnan valotus led-valolla

tai laserilla purkaa sähkövarausta muodostaen näkymättömän kuvan. Näkymättömän kuvan päälle ohjataan vastakkaisvarauksellisia värihiukkasia, jotka tarttuvat rummulle ja sitä kautta joko kumisylinterin tai hihnan kautta tai suoraan painettavalle alustalle. Rummulle jääneet ylimääräiset värihiukkaset poistuvat, kun sähkövaraus poistetaan sähköstaattisesti tai magneettiharjojen avulla. Tämä prosessi toistuu joka kerta uudelleen, vaikka painoaihe olisi sama. Lopuksi vielä painettu kuva kiinnitetään lämmön ja puristuksen avulla painoalustaan. (3.)

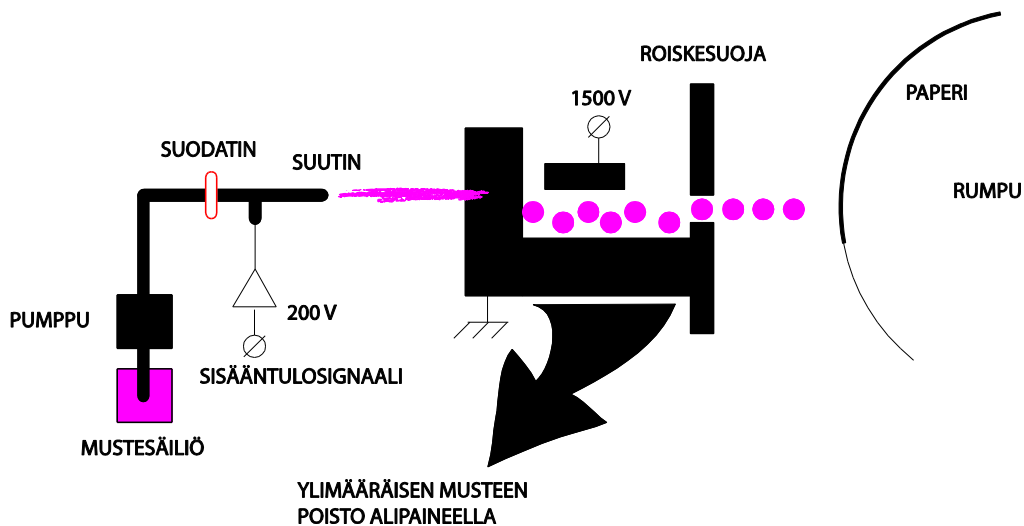


Kuvio 6. Elektrofotografian toimintaperiaate (muokattu lähteestä 8).

Elektrofotografiaa käyttäviä digitaalisia painokoneita on hyvin paljon erilaisia riippuen käyttötarkoituksesta. Pieniä pöytäkoneita on toimistoissa ja vähän suurempia tuotantokoneita digipainoissa. Pakkausalalla lasertekniikkaa on yleisesti käytetty eniten tarrojen ja etikettien tuotantoon. Tällöin kyseessä ovat isot rotaatiopainokoneet, jotka pystyvät suureen tuotantonopeuteen. Viime vuosina myös arkkisyöttöinen kartonkipakkausten painaminen lasertekniikalla on yleistynyt. (9.)

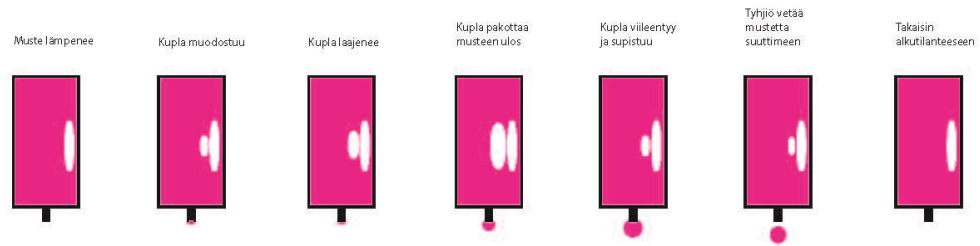
Mustesuihkutekniikka on ottanut suuria kehitysaskelia viime vuosina digitaalisessa painamisessa. Inkjetä on tyypillisesti pidetty koti- ja toimistotulostintekniikkana, mutta nykyisin se on kelpo vaihtoehto nopeutta ja laatua vaativassa tuotantotulostamisessa. Mustesuihkun etuna on sen monikäyttöisyys. Sillä voidaan painaa erilaisille ja eri muotoisille materiaaleille, kuten kartongeille, muoveille, laminaateille tai jopa elintarvikkeisiin. Mustesuihkutulostuksessa muste suihkuu nimensä mukaisesti painoalustalle, joten kontaktia ei tällöin tapahdu. Kirjoituspäät tuottavat useita kymmeniä tuhansia pi-

saroita lähes äärettömän tarkasti kuvasignaalin mukaisesti. Mustesuihkutulostusmenetelmät voidaan jaotella pisaravirran muodostamistavan mukaan kahteen eri periaatteen, jatkuvaan ja epäjatkuvaan pisaroitukseen. Jatkuvassa pisaroituksessa (kuvio 7) tulostin synnyttää tasaisen pisaravirran, jossa tarkoituksettomat pisarat ohjataan sähköisesti ohjainlevyjen avulla jätevärisäiliöön. (3; 9.)



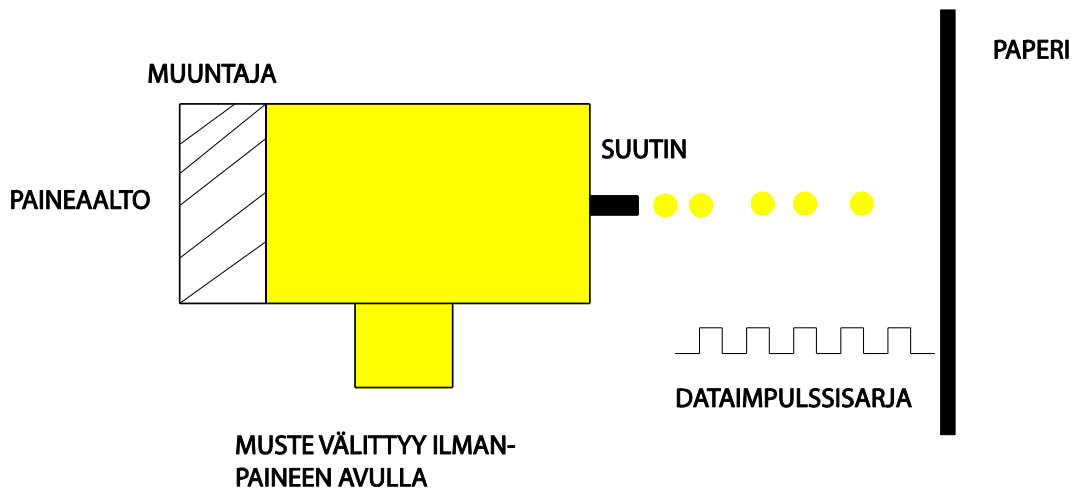
Kuvio 7. Jatkuvan pisaroituksen inkjet-tekniikka (muokattu lähteestä 10).

Jatkuva tekniikka mahdollistaa suuremman painonopeuden, mutta ei välttämättä kovin korkeaa resoluutiota. Pakkauspainatuksessa jatkuvaa tekniikkaa käytetään koodien ja merkintöjen painamiseen. Epäjatkuvassa periaatteessa tulostuspää tuottaa muste-pisaran vain tarvittaessa ollessaan tulostettavan pisteen kohdalla. Mustesäiliöstä pisara saadaan tulemaan lämpöenergian, elektrostaattisuuden tai pietsosähköisyyden avulla. Lämpöenergialla saadaan muste höyrystymään säiliössä. Näin säiliön paine kasvaa, ja muste suihkuu ulos säiliöstä (kuvio 8). (9.)



Kuvio 8. Lämpömustesuihkutekniikassa muste höyrystyy värikasetin säiliössä lämmön avulla ja paine kasvaa. Lopulta muste purkautuu säiliöstä. (Muokattu lähteestä 11.)

Pietsosähkötekniikka (kuvio 9) perustuu siihen, että mustesäiliön takana olevaan kiteeseen johdetaan sähkövirtaa, jolloin se alkaa värähdellä. Värähtelevä kide muuttaa muotoaan ja pakottaa musteen pois säiliöstä. Tekniikka soveltuu useille mustetyypeille, mikä laajentaa painoalustavalikoimaa. Sillä voidaan kuvioida jopa valmiiksi koottu pakkaus tai mikä tahansa kolmiulotteinen esine. (9.)



Kuvio 9. Pietsosähkötekniikka (muokattu lähteestä 12).

Epäjatkuvilla tekniikoilla ei saavuteta yhtä suuria tulostusnopeuksia kuin jatkuvalla tekniikalla, mutta resoluutio on korkeampi. (3; 9.)

4 Stanssilaitteet ja muut jälkikäsittelylaitteet

4.1 Stanssilaitteet

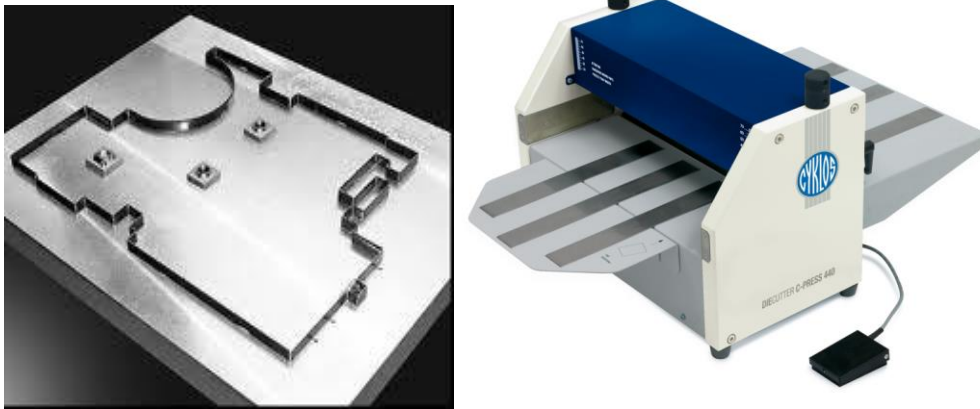
Pakkausten valmistus digitaalisilla painomenetelmillä on ollut vähäistä. Suurin syy tähän on tuotannon tehottomuus. Pakkausten painosmäärät ovat usein suuria, ja tällöin digipainokoneet eivät pysty kilpailemaan perinteisten painomenetelmien kanssa. Pienemmissäkin painosmäärissä offset on ollut nopeampi ja kannattavampi menetelmä, mikäli jälkikäsittelylaitteisto on jo valmiiksi liitetty osaksi työnkulkua. Uudet digitaalisesti ohjattavat jälkikäsittelyratkaisut ovat vauhdittaneet digitaalisen pakkauspainamisen yleistymistä viime vuosina.

Pakkaus on monimutkainen esine, jonka tekemiseen liittyy monta työvaihetta. Kun vaikkapa kartonkiarkki on saanut värin pintaan, se tulee usein pinnoittaa, jotta se kestäisi vaihtelevaa kosteutta, lämpötilaa ja säätä sekä hankausta ja kolhuja. Tämän jälkeen pakkaus täytyy ainakin nuutata ja leikata muotoon eli stanssata. Jotta digitaalisen painamisen kaikki hyödyt saataisiin esiin, pitää toiminnan olla ripeää ja joustavaa. Tämä tarkoittaa, että työnkulun olisi hyvä olla integroitua, jolloin arkki siirtyy automaattisesti jälkikäsittelyvaiheesta toiseen.

Suurin pullonkaula tuotantoketjussa on stanssaus. Stanssit ovat joko tasostansseja tai rotaatiostansseja. Tasostansseja ovat puristinstanssi, joka tekee muotoonleikkauksen puristamalla muototerän materiaalin läpi, ja leikkaava pöytä, jossa työn tekee tietokoneohjattu veitsi tai laser (13). Rotaatiostansseissa puolestaan leikkuri on kiinnitetty sylinterille. Materiaali puristuu sylinterin terän ali ja saa muotonsa hetkessä. Stanssi voi olla myös integroituna monitoimilaitteeseen, joka samalla tulostaa, päällystää, preeglaa, nuuttaa ja stanssaa (14). Laitteiden koot ja hinnat eroavat hyvin paljon toisistaan, ja niissä saattaa olla monia eri toimintoja. Oikeanlaisen muotoleikkurin valinta riippuu tuotannon kapasiteetista ja käyttötarkoituksesta.

Puristinstanssi

Puristinstanssi koostuu vaneriin upotetusta piparkakkumuottimaisesta leikkurista, joka asetetaan arkin päälle, ja hihnapuristimesta, joka painaa leikkurin arkin läpi (kuvio 10). Tällöin stanssimuotti tehdään mittatilaustyönä ja sen valmistus saattaa kestää päiviä.



Kuvio 10. Muotoleikkuri vasemmalla ja puristin oikealla (15; 16).

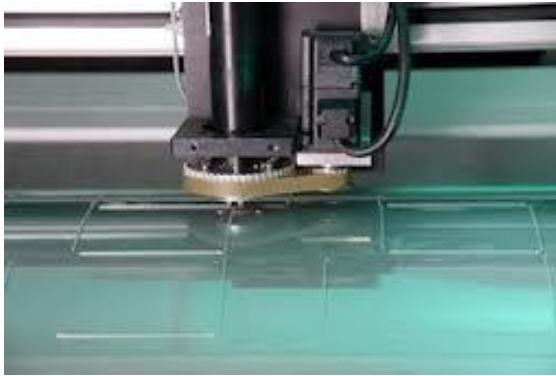
Tämä menetelmä on erittäin yksinkertainen ja halpa, mutta suurempaan tuotantoon aivan liian hidas. Stanssia ei voi sijoittaa osaksi automaattista linjastoa, vaan se pitää asettaa jokaiselle arkille erikseen. Työ pitää tehdä käsin, jolloin se myös sitoo yhden työntekijän pelkästään stanssilaitteelle. Puristinstanssi soveltuu parhaiten vedostukseen tai pienipainoksille, mutta toistuville töille. Mikäli stanssimuotti joudutaan erikseen valmistamaan, aloituskustannukset nousevat ja tekevät pakkauksesta kalliin. Siksi on hyvä, että muotille löytyy myös myöhempää käyttöä. Muotti kestää tuhansia käyttökertoja, ja se kannattaa säästää varastoon. (13.)

Automaattistanssi

Automaattistanssilla tarkoitetaan leikkuria, joka osaa itsenäisesti ottaa pakkausmateriaalin (kartongin) pinosta ja leikata se haluttuun muotoon. Jotkin stanssilaitteet tekevät muutakin pakkauksen valmistuksessa olennaista kuin vain muotoon leikkausta. Esimerkiksi Ernst Nagelin valmistama DFC Nagel myös perforoi, nuuttaa, preeglää ja rit-saa tarvittaessa (17). Stanssilaitteen leikkaava muotti on usein taipuisa, ja se kiinnittyy magneettiselle sylinterille itsestään. Laitteen kuntoonlaitto- ja tuotantonopeus sekä stanssiterän kestävyys soveltuvat suurillekin painoksille. Koneen mukana tulee joitakin yleisimpiä teriä, mutta muuten leikkurimuotit pitää tilata valmistajalta. Tämä viivästyttää työn aloittamista ja aiheuttaa kuljetus- ja varastointikustannuksia.

Israelilainen start-up-yritys Highcon on hiljattain tuonut markkinoille erityisesti digitaalisiin painoprosesseihin soveltuvan nuuttaus- ja stanssauslaitteen. Euclid-niminen laite pystyy tekemään nuuttaustyökalun B1-kokoiselle kalvomateriaalille. Polymeeristä val-

mistettu nuuttaustyökalu valmistuu laserohjatusti 15 minuutissa (kuvio 11). Tuotantovaiheessa kalvo asetetaan sylinterille. Painoskestävyydeksi polymeerille luvataan vähintään 10 000 kappaletta, mikä on huomattavasti vähemmän kuin jos taiveura tehtäisiin metallisella työkalulla. Nuuttauksen jälkeen laite myös stanssaa kartonkiaihiot laserilla. (18, s. 12.)



Kuvio 11. Nuuttaustyökalun valmistus laserilla (19).

Euclidista sanotaan, että se on ensimmäinen varsinainen packaging-on-demand-laite, eli sillä voidaan valmistaa nopeasti asiakkaan tarpeen mukaisia pakkauksia. Laite poistaa monta stanssin valmistuksessa perinteisesti esiintyvää aikaa vievää työvaihetta. Se myös vastaa pienten pakkauserien kysyntään ja mahdollistaa niiden taloudellisen valmistamisen. Euclid esiteltiin vuonna 2012 Drupan painoalan messuilla, jolloin se oli vielä prototyyppivaiheessa. Laajemmin se tulee markkinoille vuonna 2013. Tällä hetkellä laite toimii itsenäisesti niin sanottuna offline-laitteena, mutta siitä on kehitteillä myös digitaalisiin painokonelinjoihin paremmin soveltuva in-line-malli yhteistyössä tulostinvalmistaja Hewlett-Packardin kanssa. (18, s. 12.)

Leikkaava pöytä

Leikkaavalla pöydällä (kuvio 12) tarkoitetaan tasoa, joka leikkaa pakkauksen lopulliseen muotoonsa. Painettu pakkausmateriaali asetetaan tasolle, jonka yläpuolella on leikkaava veitsi ja laserosoitin, joka asemoi alkupään ja etsii materiaalille rajat. Lisäksi leikkurissa on kamera, joka tunnistaa materiaalissa olevien leikkausmerkkien perusteella leikkausreitit. Alipainepumpun tuottama imu pitää materiaalin leikkauksen ajan tason päällä paikallaan, ja puhallus irrottaa sen leikkauksen valmistuttua. (20; 21.)



Kuvio 12. Leikkaava pöytä (22).

Monikäyttöisyys on leikkaavan pöydän suurin etu. Useilla pöydillä pystytään leikkaamaan kohtuullisen suurikokoisiakin arkki-, rulla- ja levymateriaaleja. Teriä vaihtelemalla sillä voidaan leikata ainakin tarraa, kartonkia, kangasta, pahvia ja sellofaania. Laitteiden esikuvana ovat toimineet erilaiset metalliteollisuudessa käytetyt metallintyöstöpöydät, ja jotkin mallit pystyvätkin muotoilemaan myös kovempia, jäykempiä ja hankalampia graafisia materiaaleja, kuten alumiinia, puuta, vinyyliä, muoveja, vaahtomuovia ja jopa lasia. Leikkaava pöytä on erinomainen ratkaisu, jos halutaan pakkausten lisäksi tehdä myös opasteita, kylttejä tai esitelineitä. Sen muut jälkikäsittelytoiminnot ovat myös erittäin laajat. Muotoon leikkaamisen lisäksi sillä voidaan ainakin nuutata ja ritsata, joissain tapauksissa myös perforoida. Pöydät ovat kooltaan suurempia kuin muut stanssilaitteet, ja niillä pystytäänkin valmistamaan suurempia pakkauksia. Nopeus on ainut ominaisuus, jossa leikkaava pöytä ei pärjää automaattistanssille. Tämänhetkiset laitteet leikkaavat 35–100 metriä minuutissa muodosta, materiaalista ja pöytämallista riippuen, mikä on kohtuullinen nopeus varsinkin pienten painosten tuotantonopeudeksi. Tehokkuutta nostaa pöydän kyky työskennellä itsenäisesti vuorokauden ympäri. (20.)

Leikkaavien pöytien mukana tai erillisenä lisävarusteena tulee usein mallintamista tai leikkausta helpottavia ohjelmia. Eräs näistä on CAD-tyyppinen tietokoneohjattu ohjelma, joka on apuna pakkausten suunnittelussa. Sen avulla voidaan mallintaa valmis pakkaus kolmiulotteisena ja lähettää se vaikka vedoksena asiakkaalle. Pakkaus voidaan sijoittaa virtuaaliseen myymäläympäristöön, ja sitä voidaan tarkastella erilaisissa

valaistuksissa ja erityyppisillä materiaalivaihtoehdoilla. Digitaalinen malli säästää aikaa ja materiaaleja ja siten myös rahaa. Se myös paljastaa suunnittelussa tapahtuneet virheet, ennen kuin pakkaus menee tuotantoon. Ohjelman tietokanta toimii myös samalla tehtyjen töiden kirjastona, jota voidaan käyttää apuna lisäpainoksissa. Esko i-cut on tasotulostimesta ja -leikkurista riippumaton työnkulkuohjelmisto, joka helpottaa leikkaamista ja töiden limittäistä asemointiarkille. Ohjelmistolla pystyy tarkistamaan PDF-tiedostot ja tekemään niihin korjauksia tai lisäämään jälkikäsitteilyn vaatimia asioita, kuten erikoisia paneelista toiseen jatkuvia leikkauslinjoja mainosseinissä. (20; 21; 23.)

Leikkaava laserlaite

Leikkaava laserlaite on toiminnaltaan ja ulkomuodoltaan hyvin samankaltainen kuin leikkaava pöytä, paitsi että terien tilalla on lasersäde. Laserlaiteella voidaan tehdä monin verroin tarkempaa jälkeä kuin tasopöydällä, ja sitä käytetäänkin pääasiassa koristeellisten painotuotteiden leikkaamisessa ja erilaisten laattojen kaivertamisessa. Koska laserleikkaus on kosketukseton prosessi, on tarrojen muotoon leikkuu vaivattomampaa. Tällöin säästyään terien pesemiseltä. Laserlaiteella pystytään työstämään lähes mitä tahansa materiaalia (kuvio 13), muun muassa kiveä, kumia ja nahkaa. Se pystyy parhaimmillaan jopa 150 mm:n syvyyteen. Laserlaitteet ovat leikkaaviin pöytiin nähden hiukan nopeampia. Trotecin Speedy-malli pystyy parhaimmillaan leikkaamaan 120 metriä minuutissa, mikä on vain 20 metriä enemmän kuin nopein leikkaava pöytä, Kongsbergin XP-malli. (20; 24.)



Kuvio 13. Laserlaite kaivertaa myös puuta (25).

Muotoleikkuria hankittaessa kannattaa tarkoin miettiä todellista tarvetta. Laserlaitteet ovat usein kalliita, ja niiden lisäarvo pakkausten valmistuksessa on vähäinen. (24.)

Integroitu jälkikäsittelylaitteisto

Suurin hyöty digitaalisesta pakkauspainamisesta saadaan, kun jälkikäsittelylaitteisto on integroituna painoyksikköön. Tämä tarkoittaa sitä, että digipainokoneen perään on liitetty stanssi- ja nuuttauslaite sekä lakkaus-, laminointi- tai liimausyksikkö. Tällöin paljas painomateriaali syötetään koneeseen, joka valmistaa painetun pakkausaihion, tai parhaassa tapauksessa kokonaan valmiin pakkauksen, jossa jätteet on poistettu kierrätykseen ja saumat on liimattu kiinni. Hyvänä esimerkkinä tästä on Stora Enson ja Xeroxin yhteistyönä kehitetty digitaalinen pakkauksia valmistava linjasto (kuvio 14).



Kuvio 14. Automaattinen pakkauslinjasto. 1. digitaalinen Xerox iGen4 -painokone 2. Epic CTi-635 -lakkausyksikkö 3. puskuroiva Stora Enso Gallop -pinoluovutin 4. Stora Enso Gallop DC 58 -stanssilaite (26).

Tällaisia tuotantolinjoja, jotka valmistavat pakkauksen alusta loppuun, on Suomessa vain muutamia. Kouvolalainen Solver-palvelut on erikoistunut digitaaliseen pakkauspainamiseen, ja sillä on linjasto, joka stanssauksen ja nuuttauksen lisäksi tekee UV-

lakkauksen kotelon pinnalle. Yritys käyttää painotuotteissaan elintarvikekelpoisia värejä ja pystyy painamaan myös lääkepakkauksia ja turvapainotuotteita. Digitaalisia painomenetelmiä käyttävä pakkauspaino siis pystyy samaan kuin mikä tahansa perinteinen pakkauspainolaitos. (27; 28, s. 12–13.) Digipainojälkikin on nykyisin korkealuokkaista. Kun otetaan huomioon vielä mahdollisuus painaa vaihtuvaa tietoa, digipainoa voidaan pitää monimuotoisimpana painomenetelmänä pakkausten valmistuksessa. Suurin rajoittava tekijä on pakkauksen koko. Digitaaliset painolinjastot on toistaiseksi tarkoitettu suhteellisen pienten pakkausten valmistukseen.

Monitoimitulostimet

Monitoimitulostimella tarkoitetaan tässä yhteydessä tulostinta, joka tekee valmiin tulostetun pakkauksen ilman erillisiä jälkikäsittelylaitteita. Painokone- ja tulostinvalmistaja Roland on kehittänyt VersaUV LEC -sarjan, johon kuuluu kaksi erikokoista pakkausten valmistukseen tarkoitettua tulostinta (kuvio 15). Ne käyttävät tulostamiseen UV-värejä, ja tavallisen nelivärisarjan lisäksi valkoista. Laitteissa on myös integroitu matta- ja kiilto-lakkausyksikkö. Tulostetun pinnan lisäksi koneissa on kaikki pakkauksen valmistuksessa vaaditut jälkikäsittelytoiminnot: muotoon leikkaus, nuuttaus, ritsaus, perforointi ja preeglaus. (14.)



Kuvio 15. Roland VersaUV LEC -monitoimitulostin (29).

Rolandilla on myös kaksi pöytäkoon monitoimitulostinta. Toinen niistä, VersaSTUDIO BN-20, on maailman ensimmäinen metallivärejä tulostava pöytäleikkuritulostin. Se

käyttää ekoliuotinvärejä, jotka sopivat kestäväyytensä ansiosta hyvin pakkaustuotantoon. Laitte soveltuu parhaiten pienpakkausten tai mallien tekoon tai pienipainoksisille painotuotteille. Tulostimista toinen, VersaUV LEF-12 (kuvio 16), soveltuu kolmiulotteisten esineiden tulostamiseen. Sillä voi siis käytännössä tulostaa valmiin pakkauksen, tai oikeastaan minkä vain esineen pintaan. Ainoastaan laitteen pieni koko (33,5 cm x 31 cm x 10 cm) on rajoittava tekijä. (30.)



Kuvio 16. VersaUV LEF-12 tulostaa erilaisille kolmiulotteisille pinnoille (31).

Tulostinta käytetään esimerkiksi elektroniikkalaitteiden ja muiden pienesineiden koristeiluun. Laitteessa on kaksi tulostustoimintoa: lähitoiminnolla pystytään tulostamaan tarkasti pieniä yksityiskohtia, kun taas kaukotoimintoa käytetään pinnan ollessa epätasainen. UV-LED-lamppu kuivattaa värin välittömästi kappaleen pintaan. Laitteiden tulostustekniikka perustuu pietsosähköiseen mustesuihkutekniikkaan, mikä mahdollistaa monipuolisemman materiaalien käytön. (30.)

4.2 Muut jälkikäsittelylaitteet

Pakkauksista halutaan usein näyttäviä, koska pakkauksen ulkonäkö on yksi suurimmista tuotteen ostopäätökseen vaikuttavista tekijöistä. Tämä asettaa suuria vaatimuksia

painon jälkikäsittelylle. Pakkauksessa voi olla erikoisvärejä, preeglauskuvioita, lakkausta, laminointia ja muita lisäarvoa tuovia elementtejä ja tehosteita. Digipainokoneissa on harvoin integroituja jälkikäsittelymahdollisuuksia, kuten esimerkiksi joissain offset-painokoneissa. Vain muutamassa digipainotekniikalla pakkauksia valmistavassa yrityksessä tuotanto on rakennettu katkeamattomaan linjastoon. Stora Enso ja Xerox ovat räätälöidysti valmistaneet laitekokonaisuuden, jossa digitaalisen painokoneen perässä on lakkayksikkö ja stanssilaitte, joka tekee myös kuumafoliointia, ritsausta, preeglausta ja pistekirjoitusta (32).

Pelkkä painokone ja stanssilaitte riittävät yksinkertaisimpien pakkausten valmistukseen. Monissa pakkauksissa tarvitaan myös nuuttausta, jotta väripinta ei murru pakkausta koottaessa. Nuuttaustyökalu on lähes aina liitettynä stanssaavaan laitteeseen.

Kaikki pakkaukset eivät pysy koossa itsenäisesti. Silloin saumat ja läpät pitää liimata kiinni. Suurilla pakkausvalmistajilla on räätälöityjä liimauslaiteratkaisuja, mutta digipainoympäristöön niitä ei ole erikseen saatavilla. Mikäli pakkaus tarvitsee koossa pysyäkseen liimaa, tulee liimaus tehdä käsin. Kartonkipakkaukset on lähes aina suunniteltu siten, että liimausta ei tarvita. (23.)

Harvat pakkaukset välttävät lämmölle, valolle, kosteudelle tai kolhuille ja hankauksille altistumisen elinkaarensa aikana. Tämän vuoksi pakkaus tarvitsee myös pinnoitteen. Pinnoite voi olla joko laminaatti tai lakka.

Laminaatti on pakkauksen pintaan liimattu ohut kalvo. Se voi olla joko matta- tai kiiltäväpintainen. Kalvo on usein polypropeleenia tai asetaattia. Laminointi voi olla kylmä- tai kuumalaminointia. Kuumalaminoinnissa arkki laitetaan taskun sisään ja syötetään laitteeseen. Taskussa oleva liima sulaa lämmön vaikutuksesta ja kalvo liimautuu arkin pintaan. Kylmälaminoinnissa taas kalvo liimautuu arkkiin puristusvoiman avulla. Laminointi levitetään aina koko arkin pintaan. Laminointilaitteet ovat usein pieniä pöytämalleja, eivätkä ne hitautensa vuoksi sovellu laajempaan tuotantoon.

Kartonkipakkausten suojana käytetään yleensä lakkaa. Lakka on usein dispersiolakkaa tai UV-lakkaa. Itsestään kuivuva dispersio- eli vesilakka antaa pakkaukselle kiillon ja suojaa sen kellastumiselta. Vesilakkaus tehdään tavallisesti offsetpainokoneessa, mutta digipainossa se voidaan tehdä myös erillisessä lakkausyksikössä. UV-lakka taas on selvästi näyttävien pakkauspäällyste. Se koostuu lähes kokonaan kiintoaineista, jotka

polymerisoituvat UV-valon vaikutuksesta. UV-lakkauskoneet ovat usein liian massiivisia digipainoympäristöön, mutta digitaalisen painamisen myötä markkinoille on saapunut myös joitakin pienempiä ja tuotantotehokkaita digitaalisia UV-lakkauskoneita. Nämä koneet ovat pientuotantoon erittäin kalliita. Lakkaus onnistuu myös käsin spreijaamalla. UV-lakkauksen etuna on, että se voidaan toteuttaa myös kohdelakkauksena. (33; 34; 35.)

Preeglaus on pakkauksen pinnassa oleva kolmiulotteinen, syvyys- tai korkeussuuntaan oleva kuvio tai teksti. Se tuo pakkaukseen näyttävyttä ja vaikeuttaa väärentämistä. Preeglauskuvio syntyy, kun pakkausmateriaali puristetaan preeglauslaatan ja sen vastinlaatan väliin. Puristus venyttää paperin kuituja ja muovaa sen pinnalle laatan mukaisen kuvion. Puristusjälgestä tulee tarkempi, jos preeglauslaatta on lämmin. Paperin on hyvä olla pitkäkuituista, päällystämätöntä, pehmeää ja niin sitkeää, ettei se murru. Laatta on aina metallia, ja se valmistetaan käsin kaivertamalla, syövyttämällä tai työstämällä mekaanisesti. Teolliset preeglaukset tehdään erikoiskoneilla, mutta korkokuvion pystyy periaatteessa tekemään millä tahansa laitteella, johon saa laatan kiinnitettyä ja tarpeellisen puristuksen aikaiseksi. Niitä on tehty muun muassa kohopainokoneilla ja käsikäyttöisillä kohopuristimilla. (37.) Markkinoilla on myös digitaalisia jälkikäsitteilylaitteita, jotka tekevät korkopainatusta, mutta näissä tapauksissa materiaalin pintaan suihkutetaan massaa, joka saa pakkauksen pinnan koholle (36).

Foliointi on painotuotteen pintaan tehtävä kiiltävä tai matta koristepinnoite. Se usein korostaa tekstiä tai kuvaa, ei koko pintaa. Foliointi tehdään pakkaukseen puristamalla folio muotolaatan ja pinnan väliin. Prosessissa käytetään avuksi lämpöä, jotta saadaan folio tarttumaan paremmin materiaaliin. Se on usein tehty preeglauksen päälle, jolloin saadaan kiiltävä kohovaikutelma. Foliointilaitteita on saatavilla kaikenkokoisina niin pien- kuin suurtuotantoonkin. Pöytäkoon digitaaliset foliopainokoneet ovat laatattomuutensa vuoksi näppäriä digipainokäyttöön. Niissä folio kiinnittyy tulostettavaan musteeseen ja luo näin samanlaisen vaikutelman kuin prässätty foliopinta. (38; 39.)

5 Erikoispakkaukset

5.1 Elintarvikepakkaukset

Kilpailun kiristyminen ja asiakkaiden tiukentunut kustannusten seuranta on elintarvikepakkaustenkin tuotannossa johtanut pienten sarjojen kysynnän korostumiseen. Elintarvikkeiden tuottajat pyrkivät optimoimaan varastojen käytön ja tilaavat pakkauksia yhä pienempinä sarjoina. Vaikka suurin osa elintarvikepakkauksista painetaan vielä perinteisillä painotekniikoilla, on digitaalisilla painomenetelmilläkin ollut kysyntää. Hyvänä esimerkkinä tästä on taannoinen Valion ja pakkauspaino Pyrollin yhteistyönä syntynyt Koskenlaskija-kampanja. Sulatejuustopakkausoihin oli painettu yksilöllisiä koodeja, jotka johtivat erilaisiin virtuaaliympäristöihin, joista oli tarkoitus kerätä virtuaalivälineitä koskenlaskua varten. Joukkue, joka sai kerättyä tarvittavan määrän välineitä, pääsi oikeaan koskenlaskutapahtumaan. Kampanja lisäsi tuotteen myyntiä ja näkyvyyttä nuorten aikuisten keskuudessa. Valiolla oli myös keväällä 2012 kilpailu, jossa kuluttajat saivat ehdottaa omia Koskenlaskija-reseptejä, ja tämän jälkeen äänestää keskuudestaan parhaat reseptit. Suosituimmat ehdotukset painettiin sulatejuustopaketin kylkeen. Juuri tämäntyyppisissä kampanjoissa digitaalinen painaminen on korvaamaton painotekniikka. (40.)

Elintarvikkeita pakattaessa suurin haaste on materiaalien valinta. Pakkaus ja etenkin painovärit ja päällysteet sisältävät paljon monimutkaisia yhdisteitä, jotka saattavat olla ihmiselle haitallisia. Niitä ei saa siirtyä tuotteeseen suoraan tai hankautumalla. Migraatiolle on asetettu tarkat lakisääteiset rajat, jotka eivät saa ylittyä. Elintarvikepakkausten digitaalisen painamisen yleistymisen on saanut monet värivalmistajat kehittämään turvallisempia värejä. Digiväreissä onkin jo alusta saakka pyritty ympäristöystävällisyyteen ja välttämään luontoa saastuttavia aineita. Eri elintarvikkeet saattavat kuitenkin reagoida eri tavoin tietyn värin kanssa, joten jokainen tapaus on testattava yksilöllisesti. (41.)

5.2 Lääkepakkaukset

Digitaalisten painomenetelmien käyttö on perusteltua silloin, kun painosmäärä on pieni tai halutaan painaa vaihtuvaa tietoa. Useiden lääkepakkauksen kohdalla nämä molemmat kriteerit täyttyvät. Lääketeollisuuden pakkauserien koko pienenee, koska lääkkeet

ovat nykyisin yhä enemmän potilaan yksilöllisten tarpeiden mukaan kohdennettuja. Määrät saattavat tapauskohtaisesti vaihdella ihmisen iän, painon, sukupuolen ja sairauden vakavuuden mukaan. Lääkettä tarvitseva voi olla huonomuistinen vanhus tai vieroitushoidossa oleva narkomaani, joilla väärinkäytön kynnyks on matala. Yleispakkaus saattaa sisältää lääkettä liian suuren määrän. Täten yliannostuksen riski on suuri, mikäli lääkettä ei pakata valmiiksi dosettiin apteekissa. Markkinoilla on myös monen eri valmistajan tekemiä, mutta samaa lääkettä sisältäviä pakkauksia. Aina kun tuotemerkki, koko, sisältö tai kieli muuttuu, tarvitaan omanlainen pakkaus. Käytännössä täytyy painaa yhä enemmän erilaisia pakkauksia. Monia lääkepakkauksia olisi siis kannattavaa painaa digitaalisesti. Mustesuihkutekniikalla pystytään painamaan monille materiaaleille, myös muoville, eikä pakkauksen muoto ole ongelma. Elektrofotografia ei ole niin mukautuva tekniikka, mutta kartonkipakkausten painaminen on mahdollista. Lääkepakkauksissa näyttävyys ei ole ensisijaista, kuten esimerkiksi kosmetiikkatuotteiden pakkauksissa. Materiaalien tulee olla graafisesti yksinkertaisia ja tarkoituksenmukaisia. Lääkepakkaukset ovatkin usein kaksi- tai kolmivärisiä (kuvio 17). Tärkeintä on pakkauksen turvallisuus. Pakkausmateriaalien on kestävä kosteutta ja muita olosuhteiden rasituksia. Tuotteen kanssa kosketuksessa olevien materiaalien tulee olla huolellisesti testattu ja hyväksytty. (28.)



Kuvio 17. Digitaalisesti painettu lääkepakkaus. Lääkepakkauksen grafiikka on usein pelkistettyä ja selkeää. (42.)

Suomessa digitaalisesti painettuja lääkepakkauksia painavat tällä hetkellä ainakin Pyrollin omistama Solver Palvelut ja Stora Enso. Niillä molemmilla on lääkepakkausten vaatimat jälkikäsittelylaitteet integroituna linjastoon. Näitä ovat muun muassa lakkayksikkö ja stanssaus kone, jolla pystytään tuottamaan myös foliointia ja pistekirjoitusta

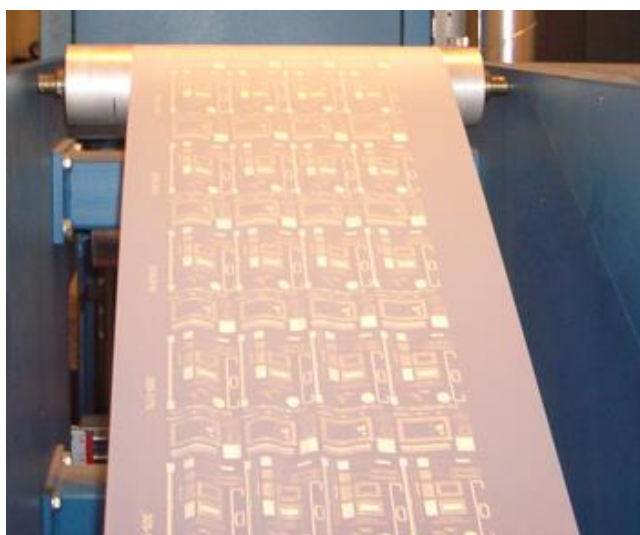
näkövammaisia varten. Solver Palvelut on Lääketeollisuus ry:n auditoima ja hyväksymä toimittaja. (43.)

5.3 Älypakkaukset

Pakkauksiin painettu äly tuo lisäarvoa tuotteelle. Pakkausälykyky on usein toiminto, joka antaa tuotteesta lisätietoja kuluttajalle tai helpottaa pakkausliikenteen kontrolloimista. Älytoimintoja voivat olla erilaiset tuoreusindikaattorit, koodit, tägit, hologrammit tai turvatarrat. Monet älypakkaukset vaativat toimiakseen erillisen lukulaitteen, mutta joidenkin pakkausten äly on itsenäistä.

Painettu elektroniikka

Painettu elektroniikka on uusi ja kasvava teollisuuden ala, jossa elektronisia komponentteja valmistetaan käyttämällä graafisia painotekniikoita. Antenneja ja virtapiirejä ja -lähteitä sisältävät älytuotteet vaativat erikoispainovärit. Hiilinanoputkimateriaali on yksi mahdollinen tulevaisuuden materiaali, jota on jo käytetty komponenttien valmistamisessa tulostamalla. Materiaalilla on tulostettu laboratorio-olosuhteissa transistoreja, kaasuantureita ja läpinäkyviä johtavia pintoja rullatavarana (kuvio 18) muovikalvolle ja jopa paperille. (44; 45.)

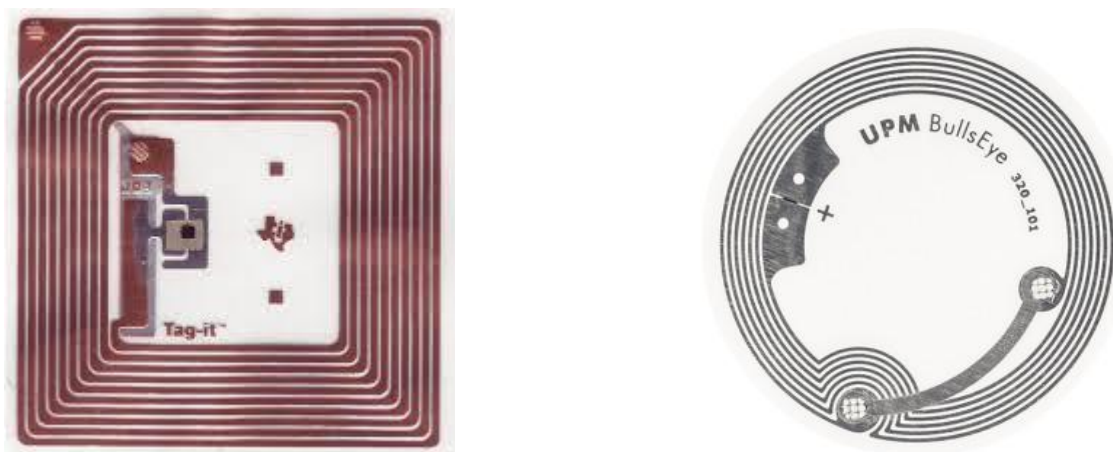


Kuvio 18. Painettua elektroniikkaa rullalta rullalle (46).

Tämä tekniikka on niin tuore ja kehitysvaiheessa, että sitä ei ole vielä hyödynnetty teollisessa tuotannossa. Metallisista ja puolijohtavista hiilinanoputkista voidaan valmistaa musteita, joilla voidaan tulostaa jopa tavallisella kotona olevalla mustesuihkutulos-
timella. (44; 45.)

Tägit

RFID (radio frequency identification) ja NFC (near field communication) ovat radiotaajuudella toimivia etäluku- ja tallennustunnisteita (kuvio 19). Niitä kutsutaan arkikielessä tägeiksi. Tägi koostuu tietoa sisältävästä mikrosirusta ja antennista. NFC ja RFID eroavat ominaisuuksiltaan kantomatkissa. NFC-tägi ei sisällä virtalähdettä, vaan se saa virtansa lukulaitteesta. Vaikka NFC:tä voidaan lukea useilla matkapuhelimilla, sen käyttö pakkauksissa on vähäistä. Sen kantomatka on muutamia senttimetrejä, ja se on vastaaviin kooditekniikkoihin verrattuna kallis. RFID on käytetympi tekniikka pakkaus-
alalla pidemmän kantomatkansa ansiosta. Sitä käytetään yleisimmin seurannassa, jäljittämisessä ja varastoiden kulunvalvonnassa. RFID-merkittyjä pakkauksia voidaan lukea erillisellä lukulaitteella vaikka koko kuormalava kerralla. Tämä nopeuttaa ja helpottaa tuotteen logistista ketjua. Siruilla voidaan myös valvoa lääkkeiden käyttöä upottamalla niitä pakkauksiin. Tägejä voidaan painaa suoraan pakkaukseen tai kiinnittää jälkikäteen tarralla. (47; 48; 49; 50.)



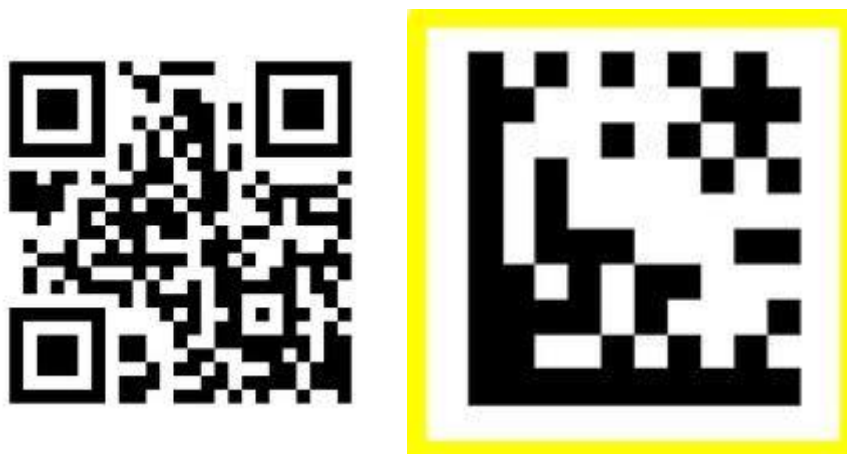
Kuvio 19. RFID-tägi vasemmalla ja NFC-tägi oikealla (51; 52).

Yksittäinen elektroniikkaa sisältävä älypakkaus saattaa maksaa useita kertoja enemmän kuin tavallinen pakkaus. Mikrosirujen valmistus vallitsevilla tekniikoilla on kallista, ja niiden sisällyttäminen yhdenmukaiseen tuotantolinjaan pakkausten kanssa on han-

kalaa. Sähköä johtavien komponenttien tuottaminen painamalla lisäisi painetun tuotteen käytettävyyttä ja muuttaisi sen käyttötapaa. Pakkaus muuttuisi hetkessä ja vaivattomasti hybridimediatautotteeksi, joka käyttäisi hyväkseen digitaalisen median tarjoamia mahdollisuuksia. Digitaalisten painomenetelmien mukaan tulo pakkausteollisuuteen laskisi RFID-älypakkausten hintoja huomattavasti ja edistäisi näin älykkyyden yleistymistä painotuotteissa. (47; 48; 49; 50.)

2D-koodit

Älypakkaukseksi voidaan kutsua myös pakkausta, joka ei varsinaisesti sisällä älyä tai elektroniikkaa, vaan painetun ”salakirjoituksen”, jota voidaan lukea erillisellä lukulaitteella, esimerkiksi matkapuhelimella. 2D-koodit ovat kehittyneempi versio perinteisistä EAN- eli viivakoodeista. Niissä tieto on sisällytetty kaksisuuntaisena pysty- ja vaakatasoon, jolloin informaatiota mahtuu paljon enemmän kuin yksisuuntaiseen viivakoodiin. 2D-koodeja on useita erilaisia standardeja, kuten QR, Maxi Code, Snowflake ja UPCODE. Näistä ISO-standardoitu QR-koodi on käytetyin. Se on ulkonäöltään pikseleistä koostuva neliö, joka ei ilman lukulaitetta kerro käyttäjälle mitään sisällöstään. Kamerapuhelimen ja siihen asennetun lukuohjelman avulla koodi ohjaa käyttäjän verkkosivulle. Sivulla voi olla päivitettyä tietoa pakkauksessa olevasta tuotteesta tai vaikkapa kokoamisohje videolla havainnollistettuna. Sivua voidaan varioida ajankohtaisten tapahtumien, vuorokaudenajan tai sään mukaan, mikäli se on tärkeää tuotteelle. (53; 54.)



Kuvio 20. 2D-koodit muistuttavat toisiaan. Kuvassa vasemmalla QR-koodi ja oikealla UPCODE-koodi. (55; 56.)

Koodeja voidaan luoda verkossa erillisen hallintapalvelun avulla. Tarvittaessa jokaiselle pakkaukselle voidaan tehdä oma yksilöllinen koodinsa. Tällöin ainoastaan digitaalinen painomenetelmä tulee kysymykseen pakkausta painettaessa. 2D-koodit ovat herkkiä virheille, jotka liittyvät koodin kokoon, väriin, kontrastiin ja asetteluun. Toimiva koodi tuo kuitenkin suurta lisäarvoa pakkaukselle. Pienellä pistekoolla kirjoitettu teksti paketin kyljessä on mielenkiinnoton sisällöltään ja esitysmuodoltaan ja varastaa tilaa brändiä ja myyntiä edistävilta graafisilta elementeiltä. Koodit ovat suuri etu varsinkin pienille tuotteille ja pakkauksille. Ne herättävät kuluttajan uteliaisuutta ja tarjoavat liittymäpinnan tietoon tai palveluun. Toiminta jää kuluttajan muistiin, ja se voi vaikuttaa seuraavalla kerralla ostopäätökseen. Varsinkin yksilöllinen tieto saa asiakkaan tuntemaan itsensä erityiseksi. (53; 54.)

AR – laajennettu todellisuus

AR (augmented reality) tarkoittaa laajennettua tai lisättyä todellisuutta. Se on yhdistetty näkymä oikeasta todellisuudesta ja virtuaalisesta tietokoneen luomasta maailmasta. Käyttäjä katselee kameran kuvaamaa maailmaa (puhelimien tai tabletin) näyttöruudulta (kuvio 21), jossa on mukana maisemageneraattoreiden lisäämää kolmiulotteista sisältöä. AR- sisältö voidaan tunnistaa kuvatiedoista tai sovellukseen erikseen liittyvistä merkkipisteistä. AR on herättänyt kiinnostusta pakkausteollisuudessa, mutta muutamia mainoskampanjoita lukuun ottamatta kuluttaja on toistaiseksi jätetty AR:n ulkopuolelle, ainakin Suomessa. Outoa sinänsä, koska AR on kuin luotu kuluttajan viihdyttämiseksi. Sen sijaan pakkausalan toimijat käyttävät lisättyä todellisuutta tuotantoketjussaan havainnollistavana välineenä. Pakkaussuunnittelija voi AR:n avulla nähdä, miltä tuote näyttäisi hyllyssä eri puolilta muiden tuotteiden joukossa, ja paino voi vedostaa asiakkaalle valmiin näköisen pakkauksen, jota voi ihailla oikeassa ympäristössä, vaikkei se olisi vielä valmistunutkaan. (57; 58.)



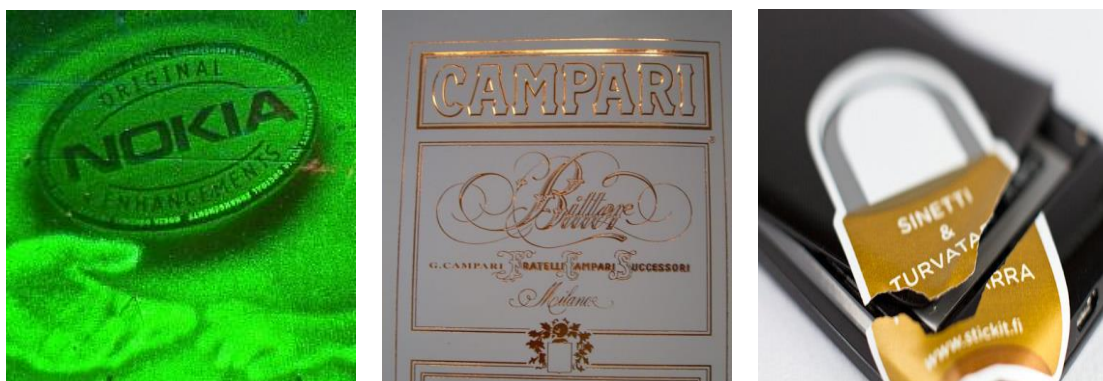
Kuvio 21. Laajennettua todellisuutta kamerapuhelimen läpi katsottuna (59).

Mielestäni laajennettua todellisuutta tulisi markkinoida kuluttajalle rohkeammin, koska siitä on hänelle viihdearvon lisäksi myös todellista hyötyä. Satelliittipaikannuksen hyödyntäminen laajentaisi AR:n käyttöä pakkausselosteissa. Siihen voisi liittää tuotteen eri kieliversioita tai vaikkapa kolmiulotteiset kokoamisohjeet. AR:n yleistymistä on hidastanut standardoinnin puuttuminen. Eri sovellukset käyttävät erilaisia markkereita, joten ratkaisut ovat valmistaja- ja tuottajakohtaisia. Myös laitteiden ja käyttöjärjestelmien laaja kirjo pitää sovellustuotannon varovaisena. Nykyisin Applen laitteet toistavat AR:ä parhaiten, mutta mikään valmistaja ei ole tehnyt kaupallista läpimurtoa laajennetun todellisuuden alalla. Tilanne on vielä odottava. Uusi tekniikka tarvitsee yleistykseen sysäyksen, joka voisi alkaa onnistuneesta viihdesovelluksesta tai mainoskampanjasta. (57; 58.)

Turvapakkaukset

Laittomuudet ovat yleistyneet kaupan alalla. Se ilmenee väärennöksinä, laittomana alihankkijan valmistuksena, kuluttajapakkauksen sisällön vaihtona ja sopimuksen vastaisena ”harmaana kauppana”. Laittomalle kaupalle altistuvat kaikki menestyvät tuotteet, joita voidaan kopioida, väärentää ja valmistaa laittomasti. Erityisesti lääkkeet, elintarvikkeet, raha, elektroniikka ja luksustuotteet ovat väärentäjien suosiossa. Väärennökset aiheuttavat hävikkiä ja tappiota tuottajalle, nostavat aidon tuotteen hintaa ja voivat olla vaarana jopa kuluttajan terveydelle. Pakkaus on paras suoja laitonta kaupaa vastaan. Pakkaukseen voidaan kiinnittää sinetti, josta näkee, jos pakkaus on avattu. Siihen voidaan lisätä turvapainopintoja, tuotesuojausmerkintöjä, autentikaatiotägejä (2D, NFC, RFID) ja hologrammeja, jotka vaikeuttavat väärentämistä (kuvio 22). Tavoit-

teena onkin, että myös kuluttaja voisi todentaa tuotteen aitouden ennen ostotapahtumaa. (60.)



Kuvio 22. Turvapainatukset takaavat tuotteen aitouden (61; 62; 63).

Kamerapuhelimien valjastaminen lukulaitteeksi tehostaisi piratismiin valvontaa, ja lopputukäyttäjää voisi tarkistaa tavarankäytön alkuperän skannaamalla kyljessä olevan tagin. Suurimman osan suojausmetodeista pystyy toteuttamaan mustesuihkutekniikalla, mutta monen valmistamiseen tarvitaan lisäksi jälkikäsitteilyn erikoistekniikoita, muun muassa foliointia ja preeglausta. (60.)

Indikoiva pakkaus

Älypakkaus ei välttämättä vaadi erillistä lukulaitetta, vaan se voi toimia myös itsenäisesti. Tällaisia ovat usein erilaisilla indikaattoreilla varustetut pakkaukset. Indikaattori on useimmiten elintarvikepakkauksen kylkeen liimattu painettu tarra. Tällainen sovellus on esimerkiksi aika-lämpötilaindikaattori, joka reagoi elintarvikkeen säilytyslämpötilan muutoksiin ja lämmölle altistumisaikaan (kuvio 23). Tarran värimuutos kertoo, millaisen aika-lämpötilakuorman kohteeksi pakkaus on elinkaarensa aikana joutunut. Happi-indikaattori taas ilmaisee, jos pakkaus on rikkoutunut logistisessa ketjussa tai jos saumaus on epäonnistunut jo pakkausvaiheessa. (64; 65.)



Kuvio 23. Indikaattoritarra ilmoittaa, jos tuote on altistunut lämmölle (66).

Viime vuosina Valtion teknillinen tutkimuskeskus on kehittänyt erilaisia indikaattoreita ja sensoreita, jotka ilmaisevat suoraan elintarvikkeen pilaantumisen. VTT on tutkinut myös suoraan pakkaukseen painettavia ratkaisuja. Yksi näistä on kuitu- tai muovipohjalle painettu reaktiivinen mustekerros, joka toimii indikaattorina. Sillä voidaan tarkkailla esimerkiksi tuotteen kosteutta, jolloin värin muutos kertoo tuotteen altistumisen liialliselle tai liian vähäiselle kosteudelle. Tekniikka perustuu kahteen eri kerrokseen painettuun eri aineeseen, entsyymiin ja substraattiin, jotka kosteuden vaikutuksesta reagoivat keskenään. Sovelluskohteita voivat olla kosteutta vaativat tuoreet hedelmät ja vihannekset, tai toisaalta kuivuutta vaativat rapeat tuotteet. Indikaattoreita voidaan valmistaa mustesuihkutekniikalla, mutta laitteiston tulee soveltua pH-väreillä ja orgaanisilla hapoilla painamiseen. (64; 65.)

6 Sopivin laitteisto Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorioon

6.1 Pakkaussuunnitteluohjelmisto

Pakkauksen suunnittelu on ensimmäinen työvaihe pakkauksen valmistuksessa. Työvaiheeseen kuuluu ulkoasun suunnittelun lisäksi pakkauksen muodon ja siinä käytettävän materiaalin valinta. Vaikka jokainen tuote vaatii omanlaisen pakkauksen, ei suunnittelua tarvitse aloittaa joka kerta alusta. Kaikissa pakkaussuunnitteluohjelmistoissa on mukana kirjasto, joka käsittää tuhansia valmiita pakkausaihioita. Kun oikean muotoinen pakkausaihio on löydetty, tutkitaan, sopiiko se tarkasti tuotteen ympärille. Aihion mittoja pystytään helposti muuttamaan, jotta se vastaisi tarkasti tuotteen kokoa. Siihen voi-

daan myös lisätä haluttuja asioita, kuten viiltoja, nuutauksia tai ikkunoita. Pakkauksista saadaan myös kolmiulotteiset tietokonemallit, joita pystyy tarkastelemaan pyörittämällä kappaletta ympäri. Siten nähdään graafisten elementtien sijainti ja istuvuus saumakohdissa. Ohjelmistoilla voidaan tehdä myös kolmiulotteinen animaatio vedoksena asiakkaalle tai kokoamisohjeena loppukäyttäjälle. (23.)

Pakkauksia suunnitellaan CAD-ohjelmistoilla, kuten yleiskäyttöisellä AutoCADilla. Sujuvinta on kuitenkin käyttää pakkaussuunnitteluun tehtyjä ohjelmistoja. Kattavimpia ohjelmistoja ovat muun muassa Arden SoftWaren Impact-ohjelmisto, Eskon ArtiosCAD ja Engview`n pakkaussuunnitteluohjelmisto. ArtiosCADista on myös suppeampi versio, Illustrator-laajennus, Toolkit for boxes. Nämä kaiken kattavat CAD/CAM-ohjelmistot ovat keskenään hyvin samankaltaisia. ArtiosCAD on niistä suosituin, ja se tukee lähes kaikkia työnkulkumuotoja. (67; 68.)

Mielestäni Metropolia Ammattikorkeakoulun digipainoon tulisi hankkia kaiken kattava pakkaussuunnitteluohjelmisto. Tämä olisi välttämätöntä, mikäli halutaan suunnitella ja tehdä pakkauksia ja opettaa niiden valmistusta. Ohjelmistolle voisi hankkia laajan lisenssin opetuskäyttöön, jotta sen voisi asentaa Leppävaaran yksikön toisessa kerroksessa sijaitsevan Jobs-tietokoneluokan kaikkiin Mac-tietokoneisiin. Kaiken suunnittelu-työn voisi tehdä Jobs-luokassa ja lähettää sieltä tiedoston suoraan painolaboratorioon. Painolaboratoriossa painokoneen ja leikkurin läheisyydessä pitäisi olla muutama tietokoneellinen työpiste, joissa voisi tehdä viime hetken korjauksia tai merkkien lisäyksiä, ennen kuin tiedosto lähetetään lopulta painokoneelle ja mahdolliselle digitaaliselle leikkurille.

Pakkaussuunnittelusta saisi helposti toteutettua yhden jakson kestävän peruskurssin, jonka lopuksi valmistettaisiin oma pakkaus. Ohjelmistoksi voitaisiin valita Eskon ArtiosCAD, koska se on kaikkein yleisimmin käytetty pakkaussuunnitteluohjelmisto maailmassa (23).

6.2 Painokone

Jo työtä aloittaessa oli selvää, että pakkauspintojen painaminen tehtäisiin Metropoliasa jo olemassa olevilla digitaalisilla painokoneilla. Tämän vuoksi voidaan unohtaa aikaisemmin esitelty monitoimitulostinratkaisut. Ricoh Pro C751 on Metropolian painolaboration digitaalisista painokoneista soveliaain laite tarkkuutensa (4800 dpi x 1200 dpi)

ja tuotantonopeutensa (75 arkki/min) ansiosta. Sillä pystytään painamaan 300 g/m²-paksuista kartonkia, joka on riittävä useimmille tuotepakkauksille. Ricoh C751 käyttää väreinään kemiallisesti tuotettuja polymeeriväriaineita, jotka ovat ympäristöystävällisiä ja tuottavat pieniä hiukkasia. Polymeeriväriaineet soveltuvat hyvin pakkauspainamiseen, koska värikerros on ohut, mutta pysyvä. (69.)

6.3 Muotoleikkuri

Ricoh C751:n enimmäispaperikoko on 330,2 cm x 487,7 cm, joten koon puolesta voitaisiin valita mikä tahansa muotoleikkuri. Mielestäni paras ratkaisu pienituotantotoiseen pakkausten valmistukseen on kuitenkin leikkaava pöytä. Näin säästytään stanssimuottien varastoinnilta jo muutenkin ahtaassa digipainossa. Lisäksi stanssien valmistus jouduttaisiin ulkoistamaan, jolloin prosessissa kuluisi turhaan aikaa, rahaa ja luonnonvaroja.

Leikkaava pöytä on erinomainen laite myös opetuskäyttöön. Siinä opiskelija saa tehdä kaikki pakkauksen valmistusvaiheet suunnittelusta jälkikäsittelyyn itse. Leikkuulinjojen luominen käsin harjoituttaa kolmiulotteista hahmottamista, ja työskentelytapa sallii epäonnistumisen. Yhden kartongin hukka ei tuota suuria taloudellisia vahinkoja.

Kamerallisen pöydän myötä Metropolian digipainon työnkulku muuttuu kauttaaltaan digitaaliseksi, ja painokone ja jälkikäsittely ymmärtävät saumattomasti toisiaan. Painettavasta tiedostosta syntyy leikkurin työnkulkuohjelmassa kaksi tiedostoa, joista toinen menee painokoneelle ja toinen leikkurin muistiin. Painokoneelle menevässä tiedostossa on painoaiheen lisäksi ankkurimerkkejä, joista leikkuri tunnistaa kameran avulla paperin asennon leikkuripöydällä. Pöydän muistiin siirtyvässä tiedostossa on taas ankkurimerkkien lisäksi työstölinjat, kukin eri työvaihe omalla värillä merkittynä. Leikkuri hahmottaa leikattavan reitin ja paikantaa sen tiedostossa olevien ankkurimerkkien mukaan. Ankkuripisteet luodaan prepressissä erillisellä työnkulkuohjelmistolla, joka tulee muotoleikkurin mukana. (21.)

Leikkureille on saatavana lisäohjelmistoja tarpeiden mukaan. Esimerkiksi Eskon i-cut-ohjelmisto myös tarkistaa tiedostovirheet (preflight), kaakeloi (tiling) ylisuuret tiedostot ja limittää (nesting) tiedostot automaattisesti siten, että materiaalihukkaa syntyisi mahdollisimman vähän. Limitystoiminto on mielestäni i-cutin paras ominaisuus, ja ohjelmiston hankkiminen on perusteltua silloin, jos on tarvetta tehdä suurelle arkille paljon pie-

niä töitä, varsinkin, jos tehdään paljon töitä arvokkaille materiaaleille. Metropolian pakkaustuotannossa, jossa tehdään pääasiassa yksi tai muutama painoaihe samalle arkille, toiminto on tarpeeton. (70.)

Leikkaava pöytä on monipuolisuutensa vuoksi verraton jälkikäsittelylaite ja sopii ratkaisuksi Metropolian digipainon tarpeisiin. Sitä voi käyttää muussakin kuin pakkausten valmistuksessa. Painossa on suurikokoisia mustesuihkutulostimia, joilla voisi leikkurin myötä tehdä myös muita muotoonleikattavia painotuotteita, esimerkiksi tarroja tai mesutelineitä tai koristeita kolmiulotteisiin pintoihin (10). Leikkureihin on saatavilla mallista riippuen useita erilaisia teriä. Tarrojen teossa on hyvä olla ritsausterä, joka tekee vain pintaviillon ja jättää pohja-arkin leikkaamatta. Telineiden tekoa varten voidaan hankkia paksumpia materiaaleja, kuten aaltopahvia leikkaava oskilloiva terä. Kovempia aineita varten on olemassa voimakkaampia teriä, joissa on omat moottorit. Metallia ja kiveä lukuun ottamatta leikkuri pystyy leikkaamaan muotoon lähes mitä tahansa materiaaleja.

Muotoleikkuria hankittaessa valitaan aina ensimmäiseksi pöydän koko, joka määräytyy käsiteltävän materiaalin koon mukaan. Metropolian tapauksessa, kun pakkaukset painetaan SRA3-kokoiselle arkille, pöydän ei tarvitse olla iso. Taulukkoon 1 on koottu vertailu neljän tunnetun leikkurivalmistajan pienimmistä malleista.

Taulukko 1. Leikkureiden vertailutaulukko (71; 72; 73; 74).

	Summa F1612	Kongsberg i-xe 10	Aristo TL 1310-8	Zund S3 M-800
Leikkaavan alueen koko	160 cm x 120 cm	90 cm x 170 cm	130 cm x 100 cm	133 cm x 80 cm
Ulkomitat	235 cm x 194 cm	158 cm x 163 cm	192 cm x 176 cm	262,6 cm x 154,2 cm (työskentelyalue)
Nopeus (huippu)	60 m/min	80 m/min	138 m/min	100 m/min
Materiaalit	paperi, kartonki, tarra, PVC, akryyli, alumiinipinnoite	paperi, kartonki, tarra, styroksi, vaahtomuovi, tekstiilit	paperi, kartonki, tarra, aaltopahvi, tapetti, tekstiilit, vaahtomuovi, nahka, laminaatti, puu, kumi	paperi, kartonki, tarra, styroksi, akryyli, vinyyli, tekstiilit, hiilikuitu, lasikuitu, muovi, alumiini, grafiitti, kumi, silikonit, korkki
Jälkikäsittelyt	muotoonleikkaus, nuuttaus, ritsaus, perforointi	muotoonleikkaus, nuuttaus, ritsaus, perforointi	muotoonleikkaus, nuuttaus, ritsaus, perforointi, jysintä, poraus	muotoonleikkaus, nuuttaus, ritsaus, jysintä, kaiverrus, pistekirjoitus

Rullalta rullalle -mahdollisuus	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
Lisälaitteet	viivakoodilukija, valoverho	arkkisyöttäjä ja -pinoaja, viivakoodilukija	arkkisyöttäjä ja -pinoaja, viivakoodilukija	arkkisyöttäjä ja -pinoaja
Ohjelmistot ja yhteensopivuus	Axis control: pöydän ohjausohjelmisto, Summa Flex -työnkulkusovellus: yhteen sovittaa pakkaus- ja leikkaussuunnitteluohjelmat (AutoCAD, Illustrator, CorelDRAW) leikkurin kanssa	I-cut suite: tarkistaa PDF:t ja grafiikat, optimoi tilan arkilla, lisää tunnistusmerkit (lisänä) ArtiosCAD: pakkaussuunnitteluohjelmisto (lisänä)	yhteensopiva standardisoitujen merkintäohjelmien kanssa ja Cad-ohjelmien, jotka tulostavat HPGL-tiedostoja	Tukee kaikkia standardisoituja tiedostomuotoja, sekä RIP- ja työnkulkuohjelmia
Myynti / maahan-tuonti	Seri-Deco	Seri-Deco	Sesoma	XES Oy

Taulukon leikkuripöytämallien koko ei riitä, mikäli leikkurilla halutaan leikata suurimman tulostimen, Epson Stylus Pro GS6000:n, noin 163 cm leveitä materiaaleja. Myös toiseksi suurimman tulostimen, noin 112 cm:n levyisen HP Designjet Z2100 Photon, materiaali on leikkureille liian suurta. Ainoastaan Summan F1612-mallin pituus riittää tämän materiaalin leikkaamiseen. Pöydän kokoa valittaessa kannattaakin miettiä tarkasti, minkä kokoista materiaalia sillä tullaan leikkaamaan, koska pöytiä ei voi jälkikäteen päivittää suuremmaksi. Pöydän käydessä pieneksi pitää hankkia uusi pöytä. (44.)

Kun leikkaavan pöydän koko on päätetty, mietitään, mihin tarkoitukseen sitä tullaan käyttämään. Kuten taulukosta 1 nähdään, pöydät ovat hyvin monitoimisia ja jokaiseen toimintoon on omanlainen työkalu. Työkalut eivät tule pöydän mukana automaattisesti, vaan jokaiselle asiakkaalle räätälöidään tarpeiden mukaan omanlainen työkalupaketti. Metropolian tapauksessa riittää, että hankitaan aluksi leikkaava veitsi ohuille materiaaleille, leikkaava veitsi paksuille materiaaleille ja nuuttaustyökalu. Työkaluja voi vapaasti päivittää tai hankkia uusia tarpeiden kasvaessa. Myöhemmin voidaan harkita ritsaus-työkalua tarrojen tekoa varten tai vaikkapa pistekirjoitustyökalua näkövammaisia ajatellen. (75.)

Kuten sanottu, Metropolian digipainon tilat ovat ahtaat. Yksikään taulukossa 1 esitellyistä leikkurimalleista ei mahdu painon tiloihin ilman, että sieltä poistettaisiin jotain. Leikkureista Summa F1612 on sekä levein että pisin. Jos otetaan huomioon reilu työ-

kentelyalue, noin puoli metriä sivua kohti, saadaan leikkurin maksimitilantarpeeksi 335 cm x 294 cm. Luvussa 2 ehdotin leikkurin sijoittamista sohvaryhmän tai offsetpainokoneen paikalle. Molemmat vievät tällä hetkellä noin 400 cm x 400 cm tilaa, joten mikä tahansa mainituista leikkureista mahtuu kumman tahansa paikalle (Liite 1). Mikäli leikkuri halutaan jostain syystä sijoittaa jonnekin muualle digipainon tiloissa, joudutaan luopumaan kohtuuttomasta määrästä painon laitteistoa.

Vaikka pöytien nopeudet on merkitty taulukkoon 1, ne eivät ole yksiselitteisiä. Ilmoitettu nopeus on enimmäisnopeus suoraa ohutta pintaa leikattaessa. Mikäli materiaali on paksua tai kovaa tai siinä on monimutkaisia muotoja, leikkaus hidastuu. Myös pöydän valmistelu, työkalujen vaihto, alistus ja luovutus tulisi ottaa huomioon, kun puhutaan leikkurin nopeudesta. Toinen tärkeä, mutta subjektiivinen käsite on laatu. Kaikki valmistajat myyvät omasta mielestään hyvää laatua tekeviä leikkureita.

Ainoa tapa selvittää todellinen nopeus ja laatu on testata samalle materiaalille painettua pakkausarkkia kaikilla leikkureilla. Testiarkki muistuttaisi kuviteltua painolaboratoriossa painettavaa tavanomaista pakkauspainoarkkia. Siinä voisi olla kaksi pientä pakkausaihiota SRA3-kokoisella 300 g/m² -painoisella kartongilla. Muotojen tekemiseen voisi käyttää ainakin kolmea eri työkalua, esimerkiksi kahta eri veistä ja nuuttausterää, jotta myös terien vaihtoon kuluva aika saataisiin lasketuksi. Lopuksi voitaisiin silmä-määräisesti tarkastella laatuominaisuuksia, kuten nuuttaussaumoja ja leikkausjälkeä.

Monet leikkureihin liittyvät laatutekijät tulevat ilmi vasta, kun leikkuria on käytetty pidemmän aikaa. Tämän vuoksi olisi hyvä löytää vertailtavien leikkureiden käyttäjiä ja päästä keskustelemaan vikaistoriasta ja käyttökokemuksista. On tosin haastavaa löytää vastaavat leikkurit käyttövalmiiksi asennettuna. Välttämättä maahantuojuillakaan ei ole leikkureita edes varastossa, saati esillä kokeiltavana. Ainakin Heltech-ammattioppilaitoksessa Kontulassa on lähes vastaava Ariston leikkuri toiminnassa, ja Summaa myyvällä Seri-Decolla on F1612-malli esillä, muttei käyttövalmiina.

Mikäli Metropoliaan joskus aiotaan hankkia digitaalinen leikkaava pöytä, tulee senhetkinen ja mahdollisesti myös tuleva tarve määrittää perusteellisesti. Vaikka suurimpien pöytävalmistajien laitteet vaikuttavat samanlaisilta, ominaisuuksissa on joitakin eroja. Kaikki nämä pöydät soveltuvat kuitenkin pahvi- ja kartonkipakkausten jälkikäsittelyyn mainiosti, ja niillä on kotimainen edustaja, jolta saa käyttökoulutusta, teknistä tukea ja huoltoa.

Tietenkin myös hinta on ratkaiseva tekijä. Tosin niissäkään ei ole ratkaisevia eroja. Pienempien leikkuripöytien hinnat alkavat 50 000 eurosta, ja terien hinnat ovat muutamasta tuhannesta eurosta lähtien riippuen hyvin paljon terän mallista (75).

6.4 Muu jälkikäsittelylaitteisto

Metropolian digipaino ei välttämättä tarvitse muita jälkikäsittelylaitteita pakkausten valmistamiseen kuin leikkaavan pöydän. Mikäli pakkauksia halutaan lakata, preeglata tai vahventaa liimasaumoilla, nämä toiminnot voi tehdä käsin tai teettää ulkopuolella. Mielestäni ei ole järkevää hankkia kymmeniä tuhansia euroja maksavaa konetta, ainakaan aluksi, kun tuotanto on vielä pientä. Jos pakkauksiin halutaan lisätä myöhemmin näytävyyttä, digitaalista foliointipainokonetta voidaan harkita.

7 Yhteenveto

Insinööriytyössä selvitettiin digitaalisen painamisen mahdollisuutta pakkausten valmistamisessa. Työ tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoulun painolaboratorioon, ja siinä otettiin huomioon sekä kaupalliset että opetukselliset näkökulmat. Työhön lähdettäessä oli selvää, että pakkaukset tultaisiin painamaan laboratoriossa olevilla digitaalisilla painokoneilla, pääasiassa Ricoh Pro C751:llä. Työssä keskityttiin oikeanlaisen pakkaus-painamisen esi- ja jälkikäsittelylaitteiston, erityisesti muotoleikkurin, valintaan. Myös digitaalisten painotekniikoiden käyttö erilaisissa erikoispakkauksissa, kuten elintarvike-, lääke- ja älypakkauksissa selvitettiin.

Pakkaus eroaa olennaisesti monesta muusta painotuotteista siinä, että se pitää leikata muotoon. Tähän toimenpiteeseen tarvitaan erityinen muotoleikkuri. Insinööriytyössä koottiin tiedot useista erityyppisistä muotoleikkureista, joista lopulta valittiin sopivin Metropolian käyttöön.

Päädyin siihen, että leikkaava pöytä on paras vaihtoehto Metropolian tarpeisiin. Pöydän digitaalisuus toi monia etuja kilpaileviin leikkuriratkaisuihin nähden. Digitaalisuuden ansiosta pöytä ja painokone jakavat saman tiedoston, jolloin leikkaustarkkuus paranee huomattavasti. Pöytä on pienissä painoksissa nopea, koska stanssimuotin valmistusta ei tarvita. Tämä vähentää myös varastoinnin tarvetta ja stansseista koituvia muuttuvia kustannuksia. Leikkaava pöytä oli myös muotoleikkureista monipuolisin. Sen monia työstömahdollisuuksia voisi käyttää myös muiden laboratorion tulostimien tulosteiden jälkikäsittelyyn.

Lopulta valitsin taulukkomuotoiseen vertailuun neljän eri pöytävalmistajan pienimmät mallit. Pienimmät siksi, että laboratorion tilat ovat ahtaat ja Ricohin maksimiarkkikoko riittää näille leikkureille. Tämän kokoluokan leikkureissa oli vain vähän eroavaisuuksia. Tämän vuoksi en ottanut tarkemmin kantaa, minkä valmistajan malli laboratorioon tulisi hankkia. Metropolian tarpeisiin, jossa on tarkoitus valmistaa pääasiassa yksinkertaisia kartonkipakkauksia, mikä tahansa taulukon leikkureista on riittävä.

Digitaaliseen pakkausten valmistukseen kuuluu olennaisena osana pakkausten suunnittelu. Pakkaussuunnitteluohjelmistolisenssin hankkiminen on ehdottoman tärkeää, jotta Metropolia voidaan alkaa opettaa täysimittaista pakkausten valmistusta. Suo-

sittelen Eskon ArtiosCAD-ohjelmistoa, koska se on käytetyin pakkausalan suunnitteluhjelmisto.

Työssä tarkasteltiin myös muita pakkauksen valmistukseen liittyviä jälkikäsittelytoimia, kuten preeglausta, liimausta, lakkausta ja foliointia, ja niihin liittyviä laitteita. Muita jälkikäsittelylaitteita ei kuitenkaan katsottu aiheelliseksi hankkia vielä tässä vaiheessa.

Kaikilla vertailussa esitetyillä neljällä leikkurivalmistajilla on tarjota Metropolialle räätälöity kokonaispaketti pöytineen, työkaluineen, ohjelmistoineen ja lisälaitteineen. Leikkureiden samankaltaisuuden vuoksi uskon, että hinta lopulta vaikuttaa leikkurin valinnassa eniten. Myös laatua, nopeutta ja työnkulun yhteensopivuutta kannattaa tutkia ennen leikkurin lopullista hankintaa.

Lähteet

- 1 GS6000. 2013. Verkkodokumentti. Epson America. <<http://www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/Pro/SeriesStylusProGS6000/Overview.do>>. Luettu 13.2.2013.
- 2 Painatuskonsultointi. Verkkodokumentti. DS Smith Packaging Finland. <<http://www.dssmithpackagingeurope.com/fi/c/finland/Palvelut/Painatuskonsultointi/>>. Luettu 13.2.2013.
- 3 Viluksela, Pentti, Ristimäki, Seija, Spännäri, Toni. 2007. Painoviestinnän tekniikka. Espoo: Opetushallitus.
- 4 Shema impression offset. 2006. Verkkodokumentti. GPL. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shema_impression_offset.png#filelinks>. Luettu 16.2.2013.
- 5 2rollsys. 2001. Verkkodokumentti. Pneac. <<http://www.pneac.org/images/2rollsys.jpg>>. Luettu 19.2.2013.
- 6 Gravure Printing. Verkkodokumentti. Siemens. <http://www.automation.siemens.com/mcms/mc/en/mechanical-engineering/printing-machines/gravure-printing-machine/PublishingImages/zoom_gravure-printing.jpg>. Luettu 20.2.2013.
- 7 Wad, Harry. 2007. Verkkodokumentti. Silketrykk. <<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silketrykk.svg>>. Luettu 22.2.2013.
- 8 Elektrofotografian toimintaperiaate. Verkkodokumentti. Unigrafia. <<http://www.unigrafia.fi/?mid=257>>. Luettu 27.2.2013.
- 9 Hakola, Liisa ja Lahtinen, Panu. 2009. Digitaalisella painotekniikalla joustoa tuotantoon ja palveluun. Pakkaus 5/2009, s. 40.
- 10 Continuous Flow Ink Jet. Verkkodokumentti. Scoug. <<http://www.scoug.com/warpexpowest/presentations/paper.html>>. Luettu 16.2.2013.
- 11 Principle of Bubble jet printing. Verkkodokumentti. Textile Information. <<http://textileinformation.blogspot.fi/2007/10/ink-jet-printing-navanath-pingle.html>>. Luettu 27.2.2013.
- 12 Piezo-Electric Ink Jet Technology. Verkkodokumentti. Scoug. <<http://www.scoug.com/warpexpowest/presentations/paper.html>>. Luettu 16.2.2013.
- 13 C-Press 440. Verkkodokumentti. Gramatec. <<http://www.gramatec.fi/gramatec/Esitteet/prospektus-c-press-440.pdf>>. Luettu 14.2.2013.
- 14 Roland VersaUV LEC. 2013. Verkkodokumentti. Roland DGA Corporation. <<http://www.rolanddga.com/products/printcut/lec300/>>. Luettu 12.2.2013.

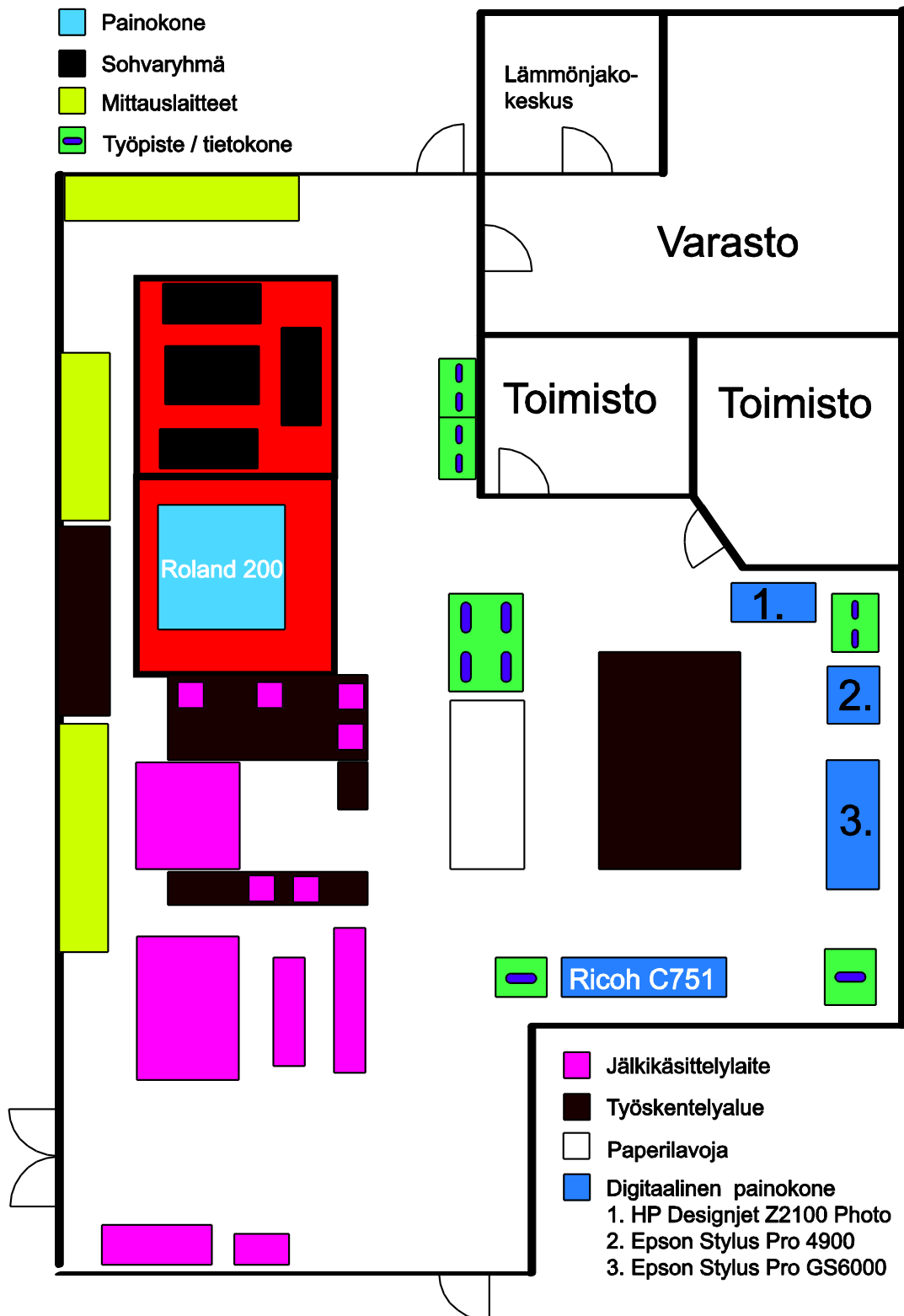
- 15 Form cutting die. Verkkodokumentti. Duoform. <<http://www.duoform.sk/duoform-photogallery.html>>. Luettu 17.2.2013.
- 16 Die Cutting Press C-PRESS 440. Verkkodokumentti. Cyclos. <<http://www.cyklos.eu/products/punching-machines-corner-rounders/cylinder-die-cutting-press-c-press-440.htm>>. Luettu 17.2.2013.
- 17 DFC (Digital-Flexo-Cut). 2013. Verkkodokumentti. Ernst Nagel. <<http://www.ernstnagel.com/produkte/stanzen/>>. Luettu 12.2.2013.
- 18 Antikainen, Hannele. 2012. Drupa 2012: Nyt tulee packaging-on-demand. GT-lehti Nro 2 kesäkuu, s. 11–13.
- 19 Laser Cutting Machine. 2013. Verkkodokumentti. Highcon. <<http://www.highcon.net/pics/laser.jpg>>. Luettu 1.3.2013.
- 20 Kongsberg i-XE. 2013. Verkkodokumentti. Esko-Graphics. <<http://www.esko.com/en/Products/Overview/kongsberg-i-xe/overview>>. Luettu 13.3.2013.
- 21 Lilja, Sampsa. 2013. Tuotanto, DMP, Helsinki. Keskustelu 22.3.2013.
- 22 Digital cutting table. Verkkodokumentti. Paper Machinery. <http://www.paper-machinery.com/company/Shanghai_Langsu_Industry_Co_Ltd/Digital_cutting_table/>. Luettu 2.3.2013.
- 23 Tarvainen, Juha. 2013. Technical Specialist, Production Workflow & Color Management, Seri-Deco, Tuusula. Keskustelu 2.4.2013.
- 24 Speedy 400 Laser Engraving Machine. 2013. Verkkodokumentti. Trotec Laser. <<http://www.troteclaser.com/en-US/Laser-Machines/Mid-Size/Pages/Speedy400.aspx>>. Luettu 2.3.2013.
- 25 Speedy 300 Laser Engraver Machine. 2013. Verkkodokumentti. Trotec Laser. <<http://www.troteclaser.com/en-US/Laser-Machines/Mid-Size/Pages/Speedy300.aspx>>. Luettu 9.2.2013.
- 26 Xerox iGen4 Press. 2013. Verkkodokumentti. Takebashi. <http://www.tpc-cs.com/wp-content/uploads/FujiXerox_APSSEG_1.jpg>. Luettu 2.3.2013.
- 27 Stenrdorff, Maria ja Hakola, Jarkko. 2011. Askeleet kohti digitaalista pakkaustuotantoa. Agi 45, s. 30–31.
- 28 Laurila, Asko. 2012. Digitaalipainatuksella pakkauksesta älykäs media. Pakkaus 4/2012, s. 12–13.
- 29 ROLAND VERSAUV LEC-540 TECHNICAL SPECIFICATIONS. Verkkodokumentti. TECH Details. <http://printer.tech-details.com/Roland_VersaUV_LEC-540/> Luettu 3.3.2013.

- 30 Roland VersaUV LEF 12. 2013. Verkkodokumentti. Roland DGA Corporation.
<<http://www.rolanddga.com/products/printers/lef/>>. Luettu 12.2.2013.
- 31 On Show to the World! Verkkodokumentti. Roland DG.
<http://rolanddg.com.au/_blog/Roland_DG_Australia_Blog/post/The_World_is_here_to_see/>. Luettu 3.3.2013.
- 32 Stora Enso Gallop 2013. Verkkodokumentti. Stora Enso.
<http://81.209.16.74/Aineistopankki/Stora%20Enso%20Gallop/SE_Gallop_Brochure.pdf>. Luettu 14.2.2013.
- 33 Uniprint. 2011. Verkkodokumentti. Uniprint AS.
<<http://uniprint.eu/fi/ohjeet/lakkaus-ja-laminointi/>>. Luettu 9.4.2013.
- 34 Esselte. 2012. Verkkodokumentti. Esselte Office Products.
<<http://uniprint.eu/fi/ohjeet/lakkaus-ja-laminointi/>>. Luettu 9.4.2013.
- 35 UVarnish. 2013. Verkkodokumentti. MGI Technology.
<<http://www.mgitechnology.co.uk/uvarnish>>. Luettu 9.4.2013.
- 36 Scodix S Digital Press Series. Verkkodokumentti. Scodix
<<http://www.scodix.com>>. Luettu 9.4.2013.
- 37 Painotekniikan sanasto. Verkkodokumentti. Scanseri.
<http://www.scanseri.fi/sanakirja_Preeglaus.php>. Luettu 9.4.2013.
- 38 Foliopainokoneet. Verkkodokumentti. Sidose. <<http://www.sidose.fi/fi/tuotteet-finnishmenu-229/foliopainokoneet-finnishmenu-260>>. Luettu 9.4.2013.
- 39 Office Zone. 2013. Verkkodokumentti. Office Zone, L.L.C.
<<http://www.officezone.com/how-to-choose-a-hot-foil-stamper.htm>>. Luettu 9.4.2013.
- 40 Launonen, Paula. 2012. Pyroll Plus. Verkkodokumentti. Pyroll.
<<http://www.pinta.fi/asiakkaat/pyroll/PyrollPlus2-2012>>. Luettu 3.2.2013.
- 41 UV low migration painoväri elintarvikepakkauksiin. Verkkodokumentti. Hostmann-Steinberg Suomi. <http://www.hostmann.fi/news_show?id=115&l=1>. Luettu 17.2.2013.
- 42 Stora Enso Packaging Press release. 2011. Verkkodokumentti. HCPC Europe.
<http://www.hcpc-europe.net/cms/front_content.php?client=1&lang=1&idcat=162&idart=545>. Luettu 3.3.2013.
- 43 Suojaavat ja näyttävät non-food -pakkaukset. Verkkodokumentti. Pyroll.
<<http://www.pyroll.com/toimialat/pakkaukset/tuotteet/non-food-pakkaukset>>. Luettu 27.1.2013.
- 44 Painettavaa elektroniikkaa mustesuihkutulostimella. 2009. Verkkodokumentti. Oulun yliopisto.
<<http://www oulu.fi/ajankohtaista/uutiset/2009B/mustesuihkutulostus.html>>. Luettu 27.1.2013.

- 45 Hakola, Liisa. Digitaalisella painamisella mahdollisuuksia pakkausten ja painetun älykkyyden valmistuksessa. GT-lehti Nro 3 lokakuu 2012, s. 10–11.
- 46 Printed Electronics – Bigger than the Silicon Chip. 2011. Verkkodokumentti. Print Electronic News. < <http://www.printelectronicnews.com/2684/printed-electronics-bigger-than-the-silicon-chip/>>. Luettu 3.3.2013.
- 47 NFC-tunnisteet. Verkkodokumentti. Top Tunniste. <<http://www.toptunniste.fi/index.php?id=nfc-tags>>. Luettu 2.2.2013
- 48 RFId-tunnisteet. Verkkodokumentti. Top Tunniste. <<http://www.toptunniste.fi/index.php?id=rfid-tags>>. Luettu 2.2.2013
- 49 Paakkanen, Tuomo. 2012. NFC-koodi tunkee samaan tarraan. Pakkaus 7/2012, s. 37–38.
- 50 Summa, Markku. 2010. RFID-etälukuteknologia. Pakkaus 4/2010, s. 14–16.
- 51 UHF RFID. Verkkodokumentti. Siongboon. <http://www.siongboon.com/projects/2012-03-03_rfid/image/inlay.jpg> Luettu 3.3.2013.
- 52 MyFoneKit NFC-tags tarrat. 2013. Verkkodokumentti. Verkkokauppa. <http://www.verkkokauppa.com/files/images/83/2_160189-563x555.jpeg>. Luettu 3.3.2013.
- 53 Valio Koskenlaskija – digitaalisesti painetut kampanjapakkaukset. 2012. Verkkodokumentti. Pyroll. <<http://www.pyroll.com/toimialat/pakkaukset/kuukauden-pakkaus/2012/syyskuu>>. Luettu 23.1.2013.
- 54 Paakkanen, Tuomo. 2012. Mobiilikoodit pakkauksissa. Pakkaus 8/2011, s. 36–37.
- 55 QR code preview. Verkkodokumentti. QR Stuff. <<http://www.qrstuff.com/>>. Luettu 3.3.2013.
- 56 Upcode scan QR Code, barcodes and more on your phone. 2011. Verkkodokumentti. Nokia. <<http://nokia5230blog.blogspot.fi/2011/01/upcode-scan-qr-codebarcodes-and-more-on.html>>. Luettu 4.3.2013.
- 57 Stenrdrorf, Maria ja Hakola, Jarkko. 2011. Painotuotteet eläviksi. Agi 45, s. 18–20.
- 58 Iissalo, Tuomas. 2012. Kaikki perustuu 3D:hen. Pakkaus 7/2012, s. 15–17.
- 59 Lisätyn todellisuuden metsästys. 2011. Verkkodokumentti. Tuotetieto. <<http://tuotetieto.wordpress.com/2011/07/26/lisatyn-todellisuuden-metsastys-2/>>. Luettu 4.3.2013.
- 60 Iissalo, Tuomas. 2012. Pakkaus käy piraatteja vastaan. Pakkaus 7/2012, s. 18–21.
- 61 Nokian akun aitouden selvitys. 2009. Verkkodokumentti. www.mattikaki.fi. <<http://www.mattikaki.fi/kuluttaja/Nokia-akku.htm>>. Luettu 4.3.2013.

- 62 Turvapainaminen ja Erikoisjälkikäsittelyt. Verkkodokumentti. Kermetar. <<http://kermetar.fi/index.php?id=105>>. Luettu 4.3.2013.
- 63 Turvatarra. Verkkodokumentti. stickit.fi. <<http://www.stickit.fi/tarrat/sinetti-turvatarra/>>. Luettu 4.3.2013.
- 64 Toikkanen Ilkka. Älypakkaus neuvoa ja tarkkailee. 2012. Verkkodokumentti. Yle. <http://yle.fi/uutiset/alypakkaus_neuvoa_ja_tarkkailee/6135727>. Luettu 23.1.2013.
- 65 Laurila, Asko. 2012. Älypakkaus hyödyttää koko ketjua kuluttajiin asti. Pakkaus 7/2012, s. 29–31.
- 66 Auszeichnungssysteme. 2013. Verkkodokumentti. Bizerba. <<http://www.bizerba-openworld.com/media/de/produkte/Auszeichnungssysteme/TTI/TTI-logo.jpg/>>. Luettu 4.3.2013.
- 67 Esko ArtiosCAD. 2013. Verkkodokumentti. Esko-Graphics. <<http://www.esko.com/en/Products/Overview/artioscad/overview>>. Luettu 2.3.2013.
- 68 Studio Toolkits for Boxes. 2013. Verkkodokumentti. Esko-Graphics. <http://www.esko.com/MKTWebFiles/mediaplayer/index.html#flv%2FStudio%2FStudio_toolkit_for_boxes_introduction>. Luettu 2.3.2013.
- 69 Ricoh C751. 2013. Verkkodokumentti. Ricoh. <<http://www.ricoh.fi/products/production-printers/colour/pro-c751.aspx>>. Luettu 12.2.2013
- 70 i-cut Suite. 2013. Verkkodokumentti. Esko-Graphics. <<http://www.esko.com/en/Products/Overview/i-cut-suite/overview>>. Luettu 2.3.2013.
- 71 Summa F1612. 2013. Verkkodokumentti. Summa. <http://www.summa.be/html_en/products/fseries.php>. Luettu 16.3.2013.
- 72 Kongsberg Technical Specifications. 2013. Verkkodokumentti. Esko-Graphics. <http://www.esko.com/en/Products/Overview/kongsberg-i-xe/~media/Esko/Files/PDF%20Library/kongsberg-tables/G2558416_Kongsbergtable_us.pdf?lang=en>. Luettu 13.3.2013.
- 73 ARISTOMAT TL series. 2013. Verkkodokumentti. Aristo. <http://www.zund.com/index.asp?topic_id=2502&m=2502&g=2529#>. Luettu 13.3.2013.
- 74 S3-Technical-Overview. 2013. Verkkodokumentti. Zünd. <http://www.zund.com/index.asp?topic_id=2502&m=2502&g=2529#>. Luettu 13.3.2013.
- 75 Tirronen, Teijo. 2013. Managing Director, X Engineering Systems XES, Espoo. Keskustelu 5.4.2013.

Liite 1 Painolaboratorion pohjapiirros



Punainen alue on leikkaavalle pöydälle varattu tila (400 cm x 400 cm). Tällöin joko sohvaryhmästä tai painokoneesta tulisi luopua.